

Kiviainespohjaisten asuinkerrostalojen julkisivukorjaukset

Juuso Tiihonen

Opinnäytetyö

Toukokuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Tiihonen, Juuso	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2018
	Sivumäärä 78	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kiviainespohjaisten asuinkerrostalojen julkisivukorjaukset		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Viinikainen, Marko; Korpinen, Jussi		
Toimeksiantaja(t) Sitowise Oy; Huotarinen, Hemmo		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Suomen rakennuskanta asuinkerrostalojen osalta koostuu suurelta osin betonielementtitaloista, joista ensimmäiset rakennettiin 1960-luvun lopussa. Elementtirakentamisen alkuaikoina tietotaito ja työmenetelmät olivat vielä puutteelliset ja prioriteettina oli pitkäaikaisen säilyvyyden sijaan nopea ja kustannustehokas tuotanto, jonka vuoksi rakentamisen laatu oli paikoin heikohkoa. Nykypäivänä osa näistä edellisen vuosisadan aikana rakennetuista kerrostaloista on julkisivurakenteiltaan korjausten tarpeessa ja korjaustarpeiden enustetaan tulevaisuudessa kasvavan entisestään.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Sitowise Oy:n Jyväskylän aluetoimiston korjausrakentamisen osasto. Työn tavoitteena oli selvittää vaihtoehtoja kiviainespohjaisten asuinkerrostalojen julkisivukorjauksille ja arvioida eri korjaustapojen soveltuvuutta korjaussuunnittelijan ja myös tilaajan kannalta.</p> <p>Työ toteutettiin pääosin rakennusalan kirjallisuuteen ja rakennusten julkisivuja käsitteleviin tutkimuksiin perehtymällä. Tietoa kerättiin muun muassa rakenteiden vaurioitumismekanismista, julkisivukorjaushankkeen eri vaiheista sekä rakentamisen eri aikakausina muuttuneesta lainsäädännöstä ja ohjeistuksista. Teoriaosuuden lisäksi työssä tutustuttiin esimerkkikohteeseen toteutetusta julkisivukorjaushankkeesta jyvskyläisessä asunto-osakeyhtiössä.</p> <p>Työn tuloksena on tietopaketti, jota voi käyttää hyväkseen julkisivukorjausten kanssa työskentelevä korjaussuunnittelija sekä myös esimerkiksi julkisivukorjaushankkeeseen valmistautuva taloyhtiö.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat)</p> <p>Asuinkerrostalo, betonirakenteet, julkisivu, korjausrakentaminen</p>		
Muut tiedot		

Author(s) Tiihonen, Juuso	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2018
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 78	Permission for web publication: x
Title of publication Repairs of rock-based façades in apartment buildings		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Viinikainen, Marko; Korpinen, Jussi		
Assigned by Sitowise Oy; Huotarinen, Hemmo		
<p>Abstract</p> <p>A significant part of residences in Finland consists of apartment buildings made of pre-cast concrete elements, which were first introduced in the 1960s. During the early years of pre-cast concrete buildings, there was a lack of information on the long-term durability of the structures, and the methods of construction also lacked in quality. Instead of long-termism, the priorities were to build as fast as possible while remaining cost-effective, which resulted in low quality structures. Today, a part of these old apartment buildings is in need of façade repairs and it is estimated that the need will only increase in the future.</p> <p>The thesis was assigned by Sitowise Oy in Jyväskylä. The object was to examine different options for the façade repairs of apartment buildings and determine the suitability of these options in different scenarios from the viewpoints of both the structural designer as well as the client.</p> <p>The thesis was accomplished mainly by studying existing literature and research on the subject of apartment building façades. Information was gathered on the damaging mechanisms of structures, different phases of façade renovation projects and on the ever-changing laws and guidelines that have shaped apartment building construction in Finland over the years. In addition to the theory, a real life example of a façade repair project conducted on an apartment building in Jyväskylä was also studied.</p> <p>The outcome of the thesis was a collection of data, which can be used by professionals working on the subject of façade repairs or housing cooperatives perhaps preparing for such projects.</p>		
Keywords/tags (subjects)		
Apartment building, concrete structures, rock based façade, building repairs		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Taustat, tavoitteet ja aiheen rajausta	6
1.2	Sitowise Oy	7
2	Asuinkerrostalorakentamisen historiaa	8
2.1	Paikallarakennetut kerrostalot ennen 1960-lukua	8
2.2	1960-70 luku ja BES-järjestelmän synty	12
2.3	1980-luvun betonirakentamisen kehitystyö	15
2.4	1990-luvun rakennuskannan monipuolistuminen	17
3	Aiheeseen liittyviä tutkimuksia	19
3.1	Betonijulkisivujen korjausstrategiat (BeKo)	19
3.2	Olemassa olevien julkisivupintojen kestävyys muuttuvassa ilmastossa ..	20
3.3	FRAME-tutkimus	21
3.4	Talvirenkaat - Julkisivujen ja parvekkeiden talvikorjaus	22
4	Julkisivukorjauksia koskeva lainsäädäntö ja muu viranomaisohjaus	23
4.1	Suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset korjaushankkeissa	24
4.2	Rakennussuojelun asettamat vaatimukset	25
4.3	Laki rakennuksen kunnossapidosta	25
4.4	YM:n asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta	26
4.5	YM:n asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta	27
4.6	Lait asbestipurkutöistä	27
5	Julkisivukorjaushankkeen vaiheet	28
5.1	Lähtötiedot ja hankkeen reunaehdot	28
5.1.1	Kuntotutkimus	29
5.2	Sopivan korjaustavan valinta	31
5.3	Toteutus ja ylläpito	33
6	Julkisivujen yleisimmät vauriotavat	34
6.1	Betonijulkisivut	34

6.1.1	Betonin rapautuminen	35
6.1.2	Raudoitteiden korroosio	38
6.1.3	Kosteustekniset toimivuuspuutteet	40
6.1.4	Kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vauriot	41
6.1.5	Pintakäsittelyjen ja -tarvikkeiden vauriot	41
6.1.6	Betonin halkeilut ja muodonmuutokset	42
6.2	Rapatut julkisivut	43
6.2.1	Kosteusrasituksesta aiheutuvat vauriot	44
6.2.2	Suolarapautuminen	46
6.2.3	Muodonmuutoksista ja jännityksistä aiheutuva halkeilu	47
6.2.4	Muut rasitukset	48
6.2.5	Työtekniset virheet	49
7	Julkisivujen korjaustapavaihtoehdot	50
7.1	Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset	50
7.1.1	Betonijulkisivun pinnoitteen uusiminen	50
7.1.2	Betonijulkisivun perusteelliset laastipaikkaus- ja pinnoituskorjaukset	51
7.1.3	Elementtisaumausten uusiminen	53
7.1.4	Rapatun julkisivun paikkaus- ja pinnoituskorjaukset	54
7.2	Vanhan rakenteen peittävät verhouskorjaukset	55
7.2.1	Eristerappaus	57
7.2.2	Levyverhoukset	59
7.3	Purkavat korjaukset	61
7.3.1	Betonijulkisivun purkava korjaus	61
7.3.2	Rapatun julkisivun purkava korjaus	62
8	Esimerkkikohde toteutetusta julkisivukorjauksesta	64
8.1	Kohteen esittely	64
8.2	Kuntotutkimuksen havainnot	65

8.3	Hankkeen eteneminen ja korjaustapavaihtoehdot	68
8.3.1	Korjausvaihtoehto 1, verhoava korjaus levypinnoitteella.....	69
8.3.2	Korjausvaihtoehto 2, verhoava korjaus eristerappausjärjestelmällä ..	69
8.3.3	Korjausvaihtoehto 3, purkava korjaus.....	70
8.4	Valittu korjaustapa ja lopputulos	71
9	Pohdinta	75
	Lähteet	77

Kuviot

Kuvio 1. Julkisivujen korjaustarpeen arvioidaan kasvavan 2020-luvulla entisestään (Lahdensivu 2010c)	7
Kuvio 2. Erilaisia kerrostalojen runkotyyppejä paikallarakentamisen aikana, vasemmalta oikealle: tiilimuurirunko, betoniseinärunko, sekarunko ja betonipilarirunko (Neuvonen 2006, 88-90.).....	9
Kuvio 3. Erilaisia ulkoseinäratkaisuja paikallarakennetuissa kerrostaloissa 1950-luvulla. (Neuvonen 2006, 91.).....	10
Kuvio 4. Käytössä olleita rappaustyyppejä (Neuvonen 2006, 278.)	11
Kuvio 5. Julkisivupiirustus 1950-luvun kerrostalosta (Neuvonen 2006, 125.)	11
Kuvio 6. Periaatekuva täyselementtivalmisteisesta kirjahyllyrunkoisesta kerrostalosta (Neuvonen 2006, 150.).....	12
Kuvio 7. Julkisivupiirustus 1960-luvun lopun elementtitalosta (Neuvonen 2006, 199.)	13
Kuvio 8. Kantavan ja ei-kantavan betoni-sandwichelementin rakennetyypit 1960-70 luvulta (Neuvonen 2006, 151.)	14
Kuvio 9. Harjattu betonipinta (vas.) ja pesubetonipinta olivat yleisesti käytössä olleita julkisivupintoja 1960-70 luvun kerrostaloissa (Betoniteollisuus ry n.d.)	14
Kuvio 10. Esimerkkejä 1980-luvulla käytössä olleista julkisivupintatyypeistä (Neuvonen 2006, 261-276.).....	16
Kuvio 11. Julkisivupiirustus 1980-luvun elementtitalosta (Neuvonen 2006, 235.)	17
Kuvio 12. Esimerkki piirustus 1990-luvun elementtitalon julkisivusta (Neuvonen 2006, 241)	18
Kuvio 13. 1990-luvulla käyttöön tuli monipuolisempia betonin väri- ja pintavaihtoehtoja (Neuvonen 2006, 221.)	18
Kuvio 14. Kaavio kuntotutkimuksen eri tiedonkeruutavoista (By42 2013, 68).....	30
Kuvio 15. Periaatekaavio korjaushankkeen vaiheista (By41 2016, 10.)	34
Kuvio 16. Suojahuokossuhdejakaumat eri julkisivupintatyypeissä (Lahdensivu 2010b.)	36
Kuvio 17. Pakkanen on aiheuttanut seinään rapautumavaurioita.	37
Kuvio 18. Korroosion eteneminen kuivissa ja kohteissa olosuhteissa. (By42 2013, 21.)	39

Kuvio 19. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä betonirakenteessa (By42 2013, 22.)	40
Kuvio 20. Periaatekuvia elementtien erilaisista kaareutumismekanismeista (By42 2013, 46.)	43
Kuvio 21. Julkisivuun kohdistuvia rasituksia (By44 1998, 13.)	44
Kuvio 22. Rapattuun seinään kohdistuvat kosteusrasitukset (By44 1998, 20.)	45
Kuvio 23. Viistosaderasituksen kohdistuminen julkisivulle (By44 1998, 21.)	45
Kuvio 24. Rappauksen ja alustarakenteen vauriomekanismeja lämpö- ja kosteusliikkeen vaikutuksista (By44 1998, 28.)	48
Kuvio 25. Paikkauskorjauksen vaiheet (By42 2013, 52.)	52
Kuvio 26. Havainnollistava kuva elementtisaumausten eri vaihtoehtoista (JUKO Ohjeistokansio.	53
Kuvio 27. Periaatekuvat kolmikerrosrappaus- (vas.) ja ohutrappaus-eristejärjestelmistä vanhan rakenteen päälle verhoamalla (JUKO Ohjeistokansio.) ..	57
Kuvio 28. Levyverhouksen erilaisia rankaratkaisuja (JUKO Ohjeistokansio.)	60
Kuvio 29. Esimerkkikohteena oleva kerrostalo alkutilanteessa ennen korjauksia	64
Kuvio 30. Kohteen päätyjulkisivu- ja leikkauspiirustukset (mk. noin 1:250)	65
Kuvio 31. Pesubetonipinnassa esiintyi näkyvää rapautumista ja halkeamia	66
Kuvio 32. Kuntotutkimuksen näytteenottokartta rakennuksen lounaispuolelta	67
Kuvio 33. Rakennetyyppi levyverhouskorjauksessa (mk. noin 1:10)	72
Kuvio 34. Mallipala kohteeseen lopulta valitusta Cembrit Rock -levytyypistä, taustalla rakenteen vanha pesubetonipinta	72
Kuvio 35. Julkisivupiirustus korjausten rakennuslupahakemusta varten (mk. noin 1:250)	73
Kuvio 36. Suunnitelmapiirustus levennetystä räystäärakenteesta	73
Kuvio 37. Seinän villoitustyö käynnissä ennen levyverhousta. Parvekkeiden korjaus on tässä vaiheessa jo tehty	74
Kuvio 38. Kuva kohteen vastaanottotarkastuksesta korjausten valmistuttua	75

1 Johdanto

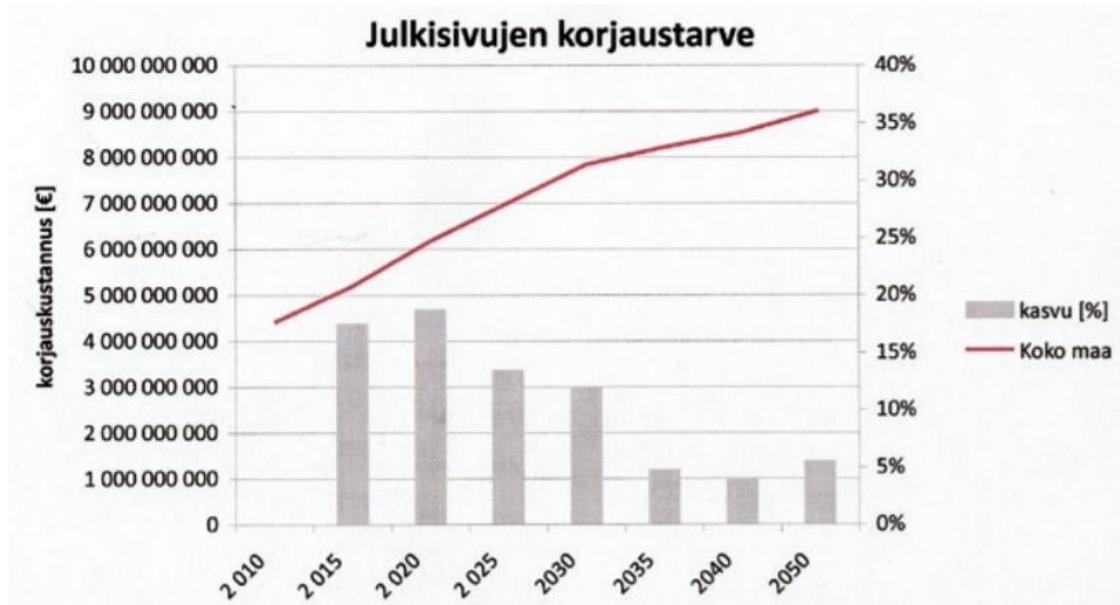
1.1 Taustat, tavoitteet ja aiheen raja

Tarve asuinkerrostalojen julkisivuja käsittelevään opinnäytetyöhön syntyi, kun toimекsiantajayrityksessä haluttiin aiheesta kerättävän tietoa yhteen pakettiin tehostamaan varsinkin aloittelevalle suunnittelijalle aiheeseen liittyviä työtehtäviä. Opinnäytetyön aihe rajattiin koskemaan pelkästään kiviainespohjaisia rakenteita ja niiden julkisivuratkaisuja varsinkin korjausrakentamisen näkökulmasta.

Sotien jälkeen 1940-luvulla sekä 50-luvun alussa kerrostalorakentaminen oli pulajosta johtuen vähäistä ja vuosittain uusia asuntoja valmistui vuositasolla vain joitakin tuhansia. Väestönkasvu ja asuntojen kasvava tarve kaupungeissa kuitenkin tarikoittivat, että tuotantoa oli lisättävä. Kerrostalorakentaminen Suomessa olikin vilkkaimmillaan elementtirakentamisen alkuaikoina 1960-luvun lopussa sekä varsinkin 70-luvun alkupuoliskolla. Vuonna 1974 maahamme valmistui parhaimmillaan yli 46000 uutta kerrostaloasuntoa vuodessa. (Neuvonen 2006, 142.)

1960- ja 70-lukujen betonielementtitaloissa rakenteet olivat säilyvyysominaisuuksiltaan kuitenkin heikkolaatuisia, kun panostus oli ennen kaikkea nopeassa sekä kustannustehokkaassa rakentamisessa ja tietotaito rakenteiden ominaisuuksista oli vielä osittain puutteellista. Merkittävää kehitystä rakenteiden pitkäaikaiskestävyydessä alkoi tapahtua 1980-90 luvuilla, kun 60-70 lukujen elementtirakenteiden heikkoudet alkoivat paljastua näkyvinä vaurioina. (Neuvonen 2015, 42.)

Nykypäivänä maassamme on arviolta noin 1,2 miljoonaa kerrostaloasuntoa, joissa betonijulkisivujen yhteenlasketun määrän arvioidaan olevan jopa 44 miljoonaa neliometriä. Lähes puolet Suomen kerrostaloista on rakennettu juuri 1960- ja 70-luvuilla, ja merkittävä osa näistä vaatii tänä päivänä julkisivukorjauksia niin rakenteiden puutteellisten säilyvyysominaisuuksien kuin myös luonnollisen ikääntymisensä vuoksi. Julkisivukorjausten määrä tulee arvioiden mukaan tulevaisuudessa vielä kasvamaan 2020-luvulle mentäessä. (Lahdensivu 2010c.)



Kuvio 1. Julkisivujen korjaustarpeen arvioidaan kasvavan 2020-luvulla entisestään (Lahdensivu 2010c)

Koska korjausrakentamiselle reunaehtoja määrittelevät lait, asetukset ja muut viranomaismääräykset muuttuvat säännöllisesti alan kehittyessä, on aihepiirissä työskentelevien asiantuntijoiden tärkeää olla ajan tasalla voimassa olevasta lainsäädännöstä. Tämän vuoksi koettiin tarpeelliseksi sisällyttää opinnäytetyöhön myös katsaus tämän päivän lakeihin ja asetuksiin niiltä osin, kun ne julkisivukorjaushankkeita koskettavat.

1.2 Sitowise Oy

Sitowise Oy on vuonna 2018 toimintansa aloittanut Wise Group Finland Oy:n ja Sito Oy:n yhdistymisestä syntynyt suomalainen suunnittelu-, konsultointi- ja rakennuttamispalveluja sekä infra että talonrakentamisen osa-alueilla tarjoava asiantuntijayritys. Sitowise työllistää yhteensä yli 1200 toimihenkilöä Suomessa 18 eri paikkakunnalla, ja on alallaan suurin suomalaisomisteinen suunnittelu- ja konsultointiyritys. Suomessa sijaitsevien toimipisteiden lisäksi Sitowisen toiminta on tytär- ja osakkuusyhtiöiden kautta laajentunut myös ulkomaille Norjaan, Viroon, Latviaan sekä Puolaan. (Sitowise Oy n.d.)

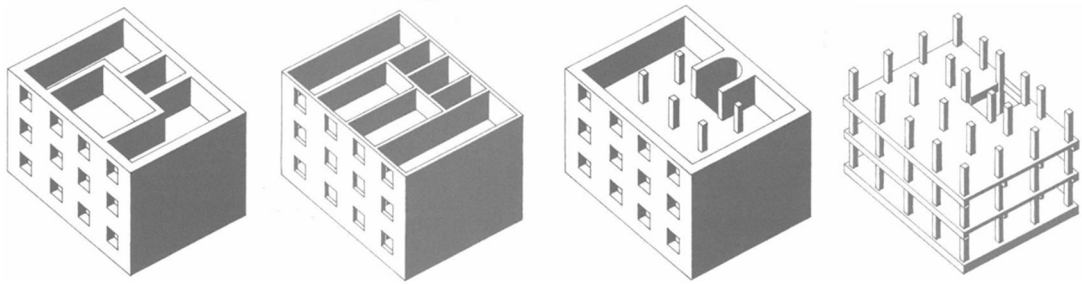
Sitowisen Jyväskylän alueyksikön juurina ovat insinööritoimisto Controlteam Oy ja Insinööritoimisto Tanko Oy, jotka liittyivät 2014 ja 2017 Wise Groupiin sekä siitä sittemmin Sitowiseen.

2 Asuinkerrostalorakentamisen historiaa

2.1 Paikallarakennetut kerrostalot ennen 1960-lukua

1940-luvulla sekä 50-luvun alussa asuntopula Suomessa oli sotien, alueluovutusten sekä runsaan väestönkasvun vuoksi suuri. Uusia asuntoja oli tarjolla kuitenkin vain niukasti, mutta 1950-luvun jälkimmäisellä puoliskolla kerrostalotuotanto lähti kasvuun. 1950-luvulla käynnistyi myös vanhojen kaupunkikeskustojen uudistaminen, eli vanhoja rakennuksia purettiin pois uusien asuin- ja liikerakennusten tieltä. (Neuvonen 2006, 85.)

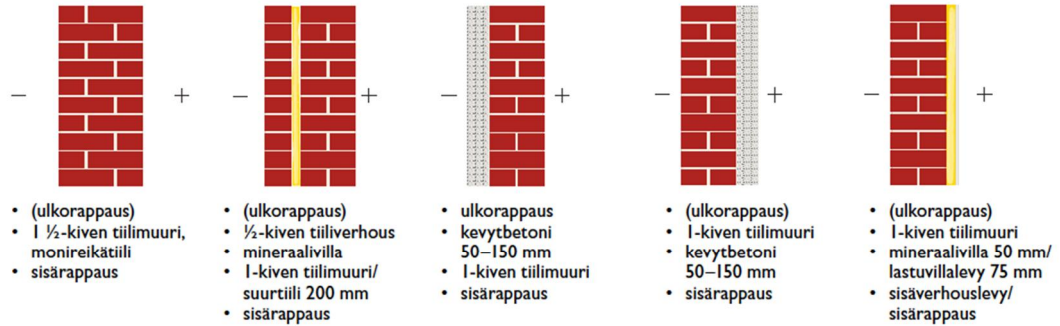
Kyseisenä aikakautena elementtirakentamisesta tehtiin vasta ensimmäisiä kokeiluja, mutta kerrostalot rakennettiin kuitenkin vielä vanhoja menetelmiä käyttäen paikallarakentamalla. Runkotyyppeinä 50-luvun kerrostaloissa käytössä oli useita eri vaihtoehtoja kuten tiilimuurirunko, betoniseinärunko, sekarunko ja betonipilarirunko. Tiilimuurirungossa kaikki kantavat rakenteet olivat tiilestä muurattuja, kun taas sekarungossa käytettiin sekä kantavia tiiliseiniä että myös betonipilareita. Betonipilarirunkoisessa rakennuksessa kaikki kantavat pystyrakenteet olivat yleensä teräsbetonipilareita, ja ulko- sekä väliseinät puolestaan ei-kantavia kevyempiä rakenteita. Yleisimmin käytössä oleva runkotyyppi 50-luvulla oli kuitenkin betoniseinärunko, jossa kantavat pystyrakenteet olivat paikalla valettuja betoniseiniä. (Neuvonen 2006, 90.)



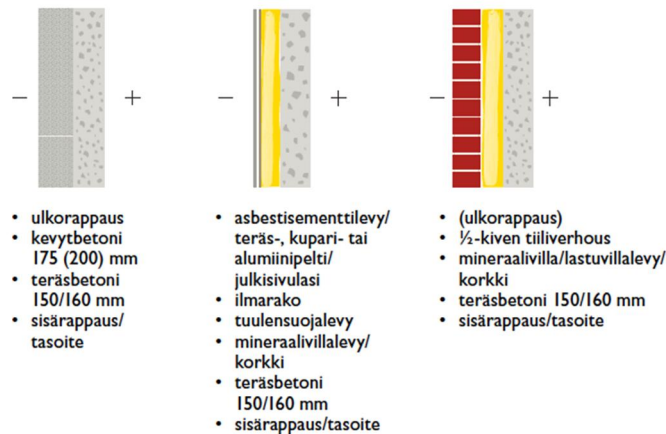
Kuvio 2. Erilaisia kerrostalojen runkotyyppejä paikallarakentamisen aikana, vasemmalta oikealle: tiilimuurirunko, betoniseinärunko, sekarunko ja betonipilarirunko (Neuvonen 2006, 88-90.)

Paikalla rakennetuissa kerrostaloissa pystyttiin tekemään rakennuskohtaisesti erikoisempia yksityiskohtia sekä käyttämään persoonallisempaa arkkitehtuurityyliä, jotka sitten myöhemmin elementtirakentamisen yleistyessä vähenivät rakennusten ollessa ajan henkeen kuuluvasti lähes kopioita toisistaan. Käytössä olleita rakenneratkaisuja paikalla rakennettujen talojen ulkoseinissä olivat mm. kantavat tiilimuurit sekä betonirunkoiset seinärakenteet, joissa kantavana rakenteena paikallavalettu teräsbetoni-kerros ja siihen yhdistettynä joko ulkopuolinen tiili- tai kevytbetoniverhous. Kantavilta rakenteiltaan teräsbetonipilarirunkoisissa rakennuksissa ulkoseinät olivat puolestaan kevyempiä rakenteita. (Neuvonen 2006, 96-97.)

KANTAVA TIILIMUURI



KANTAVA BETONISEINÄ



Kuvio 3. Erilaisia ulkoseinäratkaisuja paikallarakenne- ja kerrostaloissa 1950-luvulla. (Neuvonen 2006, 91.)

Julkisivupintana kyseisen aikakauden rakennuksissa toimi useimmiten rappaukset, mutta jonkun verran tehtiin myös tiilipintaisia julkisivuja. Rappauspinnoissa yleisin vaihtoehto 1940-50-luvun rakennuksissa oli roiskerappaus sekä harjattu rappaus, mutta joissakin määrin rakennuskannassa esiintyi vielä myös sileää rappauksista sekä hakattua teräsrappauksista. 1950-luvun aikana uutena kerrostalon julkisivuvaihtoehtona käyttöön tulivat myös levyverhotut julkisivut, jotka toteutettiin yleisimmin asbestisementtilevyjä käyttäen. Jonkin verran käytettiin myös teräs-, kupari- sekä alumiinipintaisia levyjä. (Neuvonen 2006, 96-97.)



Sileä rappaus.



Harjattu rappaus 1950-luvulta.



Roiskerappaus, 1940-luku.

Kuvio 4. Käytössä olleita rappautyyppejä (Neuvonen 2006, 278.)

Rapattujen julkisivujen väritys perustui maanväripigmentteihin, eli rakennukset olivat tyypillisesti vaaleankeltaisia, ruskeita, vihertäviä tai punaisia (ks. esimerkkipiirustus 50-luvun kerrostalosta kuvassa 5). Joissakin tapauksissa 1950-luvun rapatuissa julkisivuissa on myös sovellettu ruutuelementtijakoa jäljittelevää ruudutusta. Rappausten käyttö kerrostalojen julkisivupintana hävisi 1960-luvulle mentäessä lähes kokonaan, mutta rappaukset tekivät paluun paria vuosikymmentä myöhemmin eristerappausten yleistyessä yhtenä korjausrakentamisen vaihtoehtoista. (Neuvonen 2006, 96-97.)

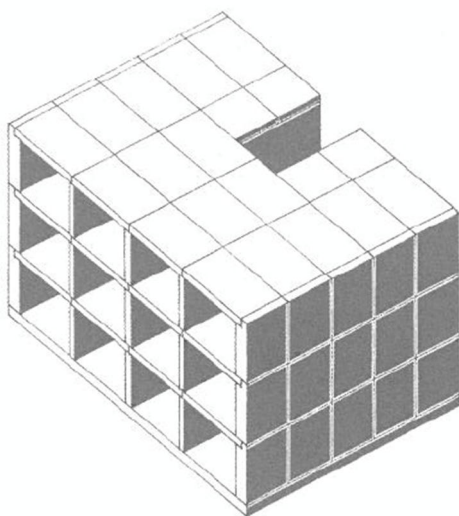


Kuvio 5. Julkisivupiirustus 1950-luvun kerrostalosta (Neuvonen 2006, 125.)

2.2 1960-70 luku ja BES-järjestelmän synty

1960-luvun ensimmäisellä puoliskolla betonielementtirakentaminen oli vielä alkutekijöissään, mutta ihmisten muuttovirta maalta kaupunkiin tarkoitti jatkuvasti kasvavaa asuntojen tarvetta kaupungeissa ja uusia asuinkerrostaloja tarvittiin nopeasti sekä edullisesti, joka johti uusien menetelmien kehitykseen. (Betoniteollisuus ry n.d.)

Asuinkerrostalorakentamisessa haluttiin panostaa ennen kaikkea nopeaan tuotantotahtiin ja vuosien 1968-70 välillä kehitetty BES-järjestelmä vastasi tarpeeseen. BES-järjestelmä loi standardit betonielementeille sekä niiden liitosdetaljeille, joka mahdollisti kerrostaloille aikaisempaan nähden huomattavasti ripeämmän valmistustahdin. Yleisin elementtikerrostalon runkotyyppejä oli BES-järjestelmän mukana kehitelty ns. kirjahyllyrunko, jossa välipohjat olivat esijännitetyjä ontelo- tai kotelolaattoja ja kantavia seiniä oli ainoastaan huoneistojen välillä sekä rakennusten päädyissä. (Betoniteollisuus ry n.d.)



Kuvio 6. Periaatekuva täyslementtivalmisteisesta kirjahyllyrunkoisesta kerrostalosta (Neuvonen 2006, 150.)

Elementtirakentamisen alkuaikoina tuotantonopeuden lisäksi tärkeää oli myös kustannustehokkuus, joka tarkoitti sitä, että monissa kohteissa käytettiin keskenään samanlaisia elementtejä ja lopputuloksena oli laatikkomaisia sekä toistensa kanssa hy-

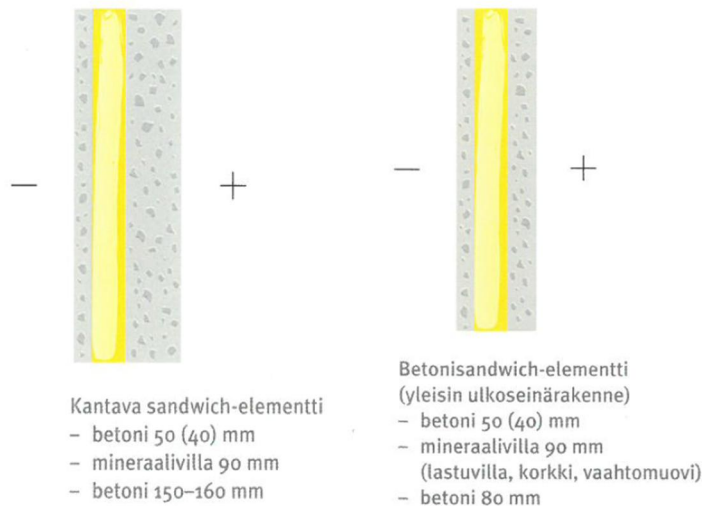
vin paljon keskenään saman näköisiä betonielementtikerrostaloja, joiden rakenteellinen laatu sekä miljöön viihdyttävyyys jäivät tämän rakennusbuumin aikana toissijaisiksi seikoiksi. Aikaisemmista vuosikymmenistä poiketen yksityiskohtien suunnittelu ja käsityönä tehdyt viimeistelyt karsittiin elementtirakennuksista pois. Alla kuvassa 7 havainnollistava esimerkkijulkisivu 1960-luvun tavanomaisesta elementtivalmisteisesta asuinkerrostalosta. (Betoniteollisuus ry n.d.; Neuvonen 2006.)



Kuvio 7. Julkisivupiirustus 1960-luvun lopun elementtitalosta (Neuvonen 2006, 199.)

Suosituin ulkoseinärakenne oli betoninen sandwich-elementti, jossa kahden ansailla toisiinsa kiinnitetyn betonikuoren välissä oli lämmöneristekerros.

Lämmönläpäisykertoimen (U-arvo) vaatimus ennen vuotta 1976 oli $0,81 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$, joka tyypillisesti tarkoitti noin 70-90mm lämmöneristepaksuutta. Betonisen ulkokuoren paksuus sandwich-elementissä oli vain n. 40-60mm sekä sisäkuori ei-kantavissa elementeissä 70-90mm ja kantavissa elementeissä 150-160mm. (By42 2013, 14-15.)



Kuvio 8. Kantavan ja ei-kantavan betoni-sandwichelementin rakennetyypit 1960-70 luvulta (Neuvonen 2006, 151.)

1960-70 luvuilla tyypillisimmät betonielementtijulkisivun pintatyypit olivat pesubetoni sekä harjattu betonipinta joko maalattuna tai maalaamattomana (ks. kuva 9). Pesubetonipinta saadaan aikaiseksi käsittelemällä rakenteen ulkopintaa painepesurilla yli 2mm syvyyteen asti, ja sen väri riippuu elementissä käytetystä kiviaineksesta. Harjattu pinta puolestaan tehdään teräsharjaamalla, ja lopullinen ulkonäkö riippuu mm. harjausurien syvyydestä sekä suunnasta. (Julkisivu- ja peruskorjausopas 2005-2006, 20.; Betoniteollisuus ry n.d.)



Kuvio 9. Harjattu betonipinta (vas.) ja pesubetonipinta olivat yleisesti käytössä olleita julkisivupintoja 1960-70 luvun kerrostaloissa (Betoniteollisuus ry n.d.)

1960-70 luvuilla tiedot betonin rakennusfysikaalisista ominaisuuksista olivat vielä heikolla tasolla ja esimerkiksi betonin lujuus, puutteellinen suojahuokostus, raudoitteiden riittämätön suojabetonipeite sekä elementeissä käytetyt ruostuvasta teräksestä valmistetut kiinnikkeet ovat aiheuttaneet julkisivuissa runsaasti ongelmia, joita on sittemmin jouduttu korjaamaan. Myös löyhät määräykset, tietotaidon puute elementtirakentamisen oikeista työskentelytavoista, kiireiset aikataulut sekä kustannustehokkuuden priorisointi vaikuttivat rakenteiden laatuun heikentävästi. Tyypillisimpiä vaurioita tämän aikakauden ulkoseinärakenteille ovat mm. elementtien ulkokuoren raudoitteiden korroosio, betonin rapautuminen sekä halkeilut. (By42 2013, 15.)

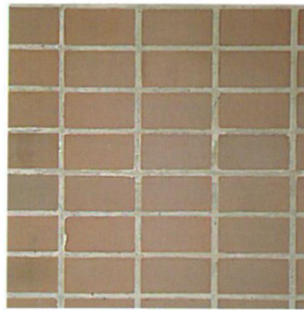
2.3 1980-luvun betonirakentamisen kehitystyö

1980-luvulle tultaessa kerrostalorakentamisen tuotantomäärät olivat laskeneet roimasti 70-luvun vilkkaimmista vuosista ja asuntotuotannosta aiempaa suurempi osa siirtyi omakotitaloihin, paritaloihin sekä rivitaloihin. Vähentyneestä tuotantotahdista huolimatta betonielementtirakentamisen kannalta elettiin tärkeitä aikoja, sillä 60-70 lukujen elementtitaloissa alkoi esiintyä ensimmäisiä vaurioita ja huomattiin, että rakenteiden pitkäaikaiskestävyyteen oli kiinnitettävä enemmän huomiota. Samoihin aikoihin alettiin panostaa entistä enemmän myös rakennusten ulkonäköön, sillä edellisen vuosikymmenen pesubetonipintaisten, harjattujen ja maalattujen betonirakenteiden suosio hiipui 80-luvun aikana. (Neuvonen 2015, 14-15.)

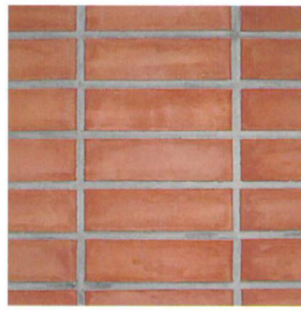
Säilyvyysominaisuuksiltaan parempia rakenteita saatiin, kun tietotaito karttui ja käytetyt menetelmät paranivat. Vuoden 1980 betonirakentamisen normien (RakMK B4) mukaan säärasitukselle alttiina olevien betonirakenteiden lujuus tuli olla vähintään K25, suojabetonipeite suurempi kuin 25mm, pakkaskestävyyttä parantava suojahuokossuhde yleisesti suurempi kuin 0,20 ja kiinnikkeet ruostumatonta terästä. Rakennukset olivat myös kasvaneiden lämmöneristysvaatimusten mukaisesti energiatehokkaampia, kun vuonna 1985 päivitetyn RakMK C3 mukaan ulkoseinäelementtien lämmönläpäisykerroinvaatimuksena oli 0,29 W/(K·m²) ja elementtien lämmöneristekerroksen suunnittelupaksuus oli jo 140mm. Elementeissä käytettävä eristemäärä oli siis kasvanut huomattavasti edellisen vuosikymmenen

ulkoseinäelementtien lämmöneristepaksuudesta. (RT 82-10604:1996, 3; By42 2013, 15.)

1980-luvulla kehitystyötä tehtiin betonin rakenteellisten säilyvyysominaisuuksien lisäksi myös julkisivupinnoille ja käytetyt pintatyypit alkoivat aiemmin käytössä olleista ratkaisusta monipuolistumaan. Kyseisen aikakauden rakennuskannassa esiintyy mm. kiiltohiottuja betonipintoja, hiekkapuhallettuja pintoja, väribetonia sekä erilaisia laattaratkaisuja kuten tiili- ja klinkkerilaatat (ks. kuva 10). (Neuvonen 2006, 220.)



Klinkkerilaattapintainen
betonielementti.



Tiililaattapintainen
betonielementti 1980-luvulta.



Väribetoni.

Kuvio 10. Esimerkkejä 1980-luvulla käytössä olleista julkisivupintatyypeistä (Neuvonen 2006, 261-276.)

Siinä missä 1960-70 luvulla harmaan sävyt vallitsivat kerrostalojen julkisivuja, alkoivat 1980-luvun rakennukset olla edellisten vuosikymmenten kerrostaloja värikkäämpiä ja julkisivupinnoissa sovellettiin monesti myös useiden eri pintatyyppien yhdistelmiä. Esimerkiksi kuvan 11 julkisivupiirustuksessa esiintyvässä tavanomaisen 1980-luvun kerrostalon julkisivussa on käytetty sekä klinkkeri- ja tiililaattoja että myös maalattua betonia. (Neuvonen 2006, 220.)



Kuvio 11. Julkisivupiirustus 1980-luvun elementtitalosta (Neuvonen 2006, 235.)

2.4 1990-luvun rakennuskannan monipuolistuminen

1980-luvun lopun korkeasuhdannetta seurasi 90-luvun lamakausi ja asuntotuotanto romahti huomattavasti. Vuonna 1996 Suomeen valmistui vain alle 10 000 uutta kerrostaloasuntoa, joka oli pienin määrä kymmeneen vuosiin. Elementtirakentamisen laatu otti kuitenkin jälleen askeleita oikeaan suuntaan kehitystyön seurauksena ja lamakauden jälkeen myös tuotantomäärät lähtivät uuteen kasvuun, kun kerrostaloasumiselle oli taas aikaisempaa enemmän kysyntää. (Neuvonen 2006, 210.)

1990-luvun alkupuolella betonijulkisivujen kehittämistä edistivät mm. mittatoleranssiuudistus sekä Betoniyhdistys ry:n julkaisemat teokset *Betonipinnat* By40 ja *Betonirakenteiden säilyvyysohjeet* By32. Julkisivubetonin lujuus oli nyt uudistuneilla säilyvyysohjeilla K35-45, sandwich-rakenteisen seinän ulkokuoren paksuus 70-85mm, suojahuokossuhde vähintään 0,17, raudoitteiden suojabetonipeite 25-35mm ja ulkokuoren raudoitukset olivat ruostumatonta terästä. Tuuletuksen parantamiseksi myös lämmöneristeet muutettiin ulkopinnoiltaan uritetuiksi. (Suikka 2002.)

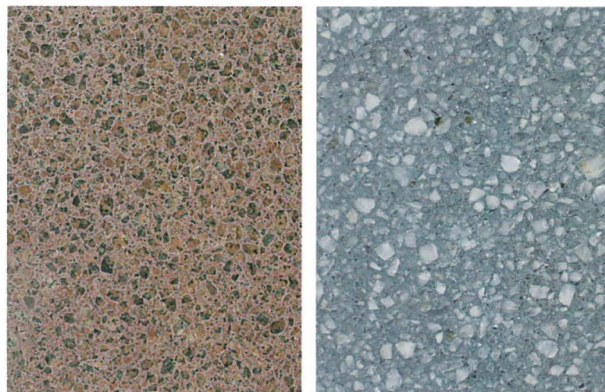
90-luvun aikana myös BES-järjestelmän alkuaikoina rakennetut laatikkomaiset talot alkoivat vähentyä, kun parantuneen betonielementtitekniikan myötä elementtien

aukotusmahdollisuudet olivat aiempaa monipuolisemmat ja elementtien saumajakokin pystyttiin sovittamaan paremmin arkkitehtuuriin sopivaksi. Myös parvekerakenteisiin kehiteltiin vanhojen torniparvekkeiden lisäksi erilaisia kannatustapoja, jotka toivat rakennuksiin uudenlaista ilmettä. (Neuvonen 2006, 220.)



Kuvio 12. Esimerkki piirustus 1990-luvun elementtitalon julkisivusta (Neuvonen 2006, 241)

Julkisivupintatyypeiltään 90-luvun talot olivat aikaisemmasta monipuolistuneet, ja käytössä oli 80-luvulta tuttujen laattaratkaisujen lisäksi uudenlaisia väri- ja pintakäsittelyvaihtoehtoja. Myös ennen BES-järjestelmää paikalla rakennetuissa kerrostaloissa vallinneet rapatut pinnat tekivät paluun 90-luvun elementtitaloissa. (Neuvonen 2006, 220.)



Kuvio 13. 1990-luvulla käyttöön tuli monipuolisempia betonin väri- ja pintavaihtoehtoja (Neuvonen 2006, 221.)

3 Aiheeseen liittyviä tutkimuksia

Kerrostalojen julkisivurakenteet olivat varsinkin betonielementtirakentamisen alkuaikoina vähemmälle huomiolle jätetty osa rakennusta ja julkisivujen pitkäaikaiskestävyyttä ei pidetty tärkeysjärjestyksessä kovinkaan korkealla. Viime aikoina kuitenkin ollaan nähty kasvava tarve mm. vanhojen kerrostalojen julkisivukorjauksille ja rakenteiden kestävyys on alettu panostamaan enemmän. Seurauksena tästä rakennusten julkisivuja ja niiden toimintaa tutkitaan jatkuvasti tietotaidon ja käytössä olevien menetelmien parantamiseksi niin vanhojen kuin uusienkin rakennusten osalta.

Tässä luvussa esitellään muutamia työssä viitattavia ja muuten opinnäytetyön aiheen kannalta tärkeitä tutkimuksia.

3.1 Betonijulkisivujen korjausstrategiat (BeKo)

Betonijulkisivujen korjausstrategiat on TTY:n Rakennustekniikan laitoksella vuosina 2006-2009 tehty tutkimus, jonka tarkoituksena oli lisätä varsinkin kiinteistönomistajien tietämystä julkisivurakenteiden toiminnasta, vaurioitumisesta ja vaurioituneiden rakenteiden korjausmahdollisuuksista. Tutkimuksessa koottiin tietokanta yhteensä 947 vuosien 1960-1996 välillä valmistuneiden betonirakenteisen kerrostalon julkisivujen kuntotutkimuksista ja kerättyjen tietojen perusteella tehtiin analyyskejä rakenteiden toiminnasta. (Lahdensivu, Varjonen & Köliö 2010.)

BeKo-tutkimuksen tärkeimpänä kehityskohteena oli vaurioitumisen ennakointisovelluksen luominen, joka on mahdollistanut esimerkiksi suomalaisen betonielementtirakennuskannan korjaustarpeen arvioinnin. Tutkimuksen tulokset ovat myös antaneet mahdollisuuden ns. ennakoivaan kiinteistönpitoon siirtymisen, eli betonijulkisivujen ja parvekkeiden korjauksiin pystytään varautumaan riittävän aikaisin sekä tekniseltä että myös taloudelliselta kannalta, ja korjauksia pystytään ajoittamaan olevien rakenteiden käyttöiän kannalta mahdollisimman optimaalisesti. Oikein ajoitetuilla korjauksilla säästetään rahaa ja vähennetään myös ympäristölle haitallisen purkujätteen syntymistä, kun rakenteita pystytään korjaamaan ennen kuin ne ajautuvat purkukuntoon. (Lahdensivu, Varjonen & Köliö 2010.)

Tutkimuksen käsittelemissä rakennuksissa todettiin kuntotutkimushetkellä silmällä havaittavia rapautumavaurioita noin 40% tutkituista rakennuksista. Rapautumista suurin osa oli paikallisia vaurioita ja laaja-alaista rapautumaa havaittiin vain vähän. Tutkimuksessa huomattiin, että betonin pakkasenkestävyys poikkeaa eri julkisivupintatyypeillä huomattavasti, ja eniten pakkasen aiheuttamia vaurioita havaittiin pesu-betoni-, klinkkerilaatta- ja maalaamattomalla muottipintaishallin julkisivulla. Näiden pintatyyppien rakenteissa noin puolissa suojahuokossuhteen havaittiin olevan alle 0,10 eli pakkasenkestävyyttä parantavaa suojahuokostusta ei ollut lainkaan. (Lahdensivu, Varjonen & Köliö 2010.)

Julkisivurakenteissa raudoitteiden korroosiovaurioita tutkituissa rakenteissa esiintyi eniten pielteräksissä. Tutkimustuloksista pääteltiin, että raudoitteiden korroosio on yleensä ollut seurausta liian pienistä suojabetonipeitepaksuuksista ja betonin karbonatisoitumisesta. (Lahdensivu, Varjonen & Köliö 2010.)

3.2 Olemassa olevien julkisivupintojen kestävyys muuttuvassa ilmastossa

Olemassa olevien julkisivupintojen kestävyys muuttuvassa ilmastossa on Jukka Lahdensivun vuonna 2010 Suomen Ympäristöministeriön toimeksiannosta tekemä selvitys, jossa arvioitiin muuttuvan ilmaston näkökulmasta nykyisten julkisivurakenteiden kestävyyttä, vaurioitumismekanismien ja -nopeuden muutoksia sekä vaurioituneiden rakenteiden korjaus- ja suojausmahdollisuuksia. Työ perustui TTY:n Rakennustekniikan laitoksen aiemmin tekemiin tutkimuksiin sekä tutkijoiden omiin kokemuksiin julkisivujen vaurioitumisesta ja korjausmahdollisuuksista. (Lahdensivu 2010a.)

Ilmastomuutoksen vaikutusten arviointiin käytettiin Ilmatieteen laitoksen ACCLIM-tutkimuksen ennustuksia ilmaston muuttumisesta seuraavan sadan vuoden aikana ja selvityksessä hyödynnettiin rakenteiden arvioinnissa merkittävässä määrin aiemmin TTY:n Rakennustekniikan laitoksella betonielementtirakennusten kuntotutkimustiedoista koottua BeKo-tietokantaa vuosien 1960-1996 välillä rakennetuista asuinkerrostaloista. Suomen nykyistä rakennuskantaa ei arvioiden mukaan tulla laajassa mit-

takaavassa purkamaan, vaan korjausten ja rakenteiden uusimisen kautta niiden elinkaarta pyritään jatkamaan, eli korjausten toimivuustarkastelu tulevaisuuden ilmastolosuhteiden kannalta koettiin tärkeäksi. (Lahdensivu 2010a.)

Tutkimuksessa todettiin, että käytössä olleen ilmastomuutosdatan perusteella saateisuus ja tuulisuus tulevat lämpenevässä ilmastossa kasvamaan ja varsinkin talviaikana sade tulee olemaan nykyistä enemmän lumen sijaan vesi- tai räntäsadetta. Seurauksena tästä rakennusten julkisivut joutuvat nykyistä ankarampaan kosteusrasitukseen ja samalla rakenteiden kuivumisolosuhteet huononevat, joka johtaa mm. betonirakenteiden raudoitteiden korroosion nopeutumiseen ja pakkasrapautumavaurioiden lisääntymiseen. Myös rapattujen julkisivujen ennustettiin vaurioituvan enemmän kasvavan kosteusrasituksen vaikutuksista. (Lahdensivu 2010a.)

Eniten ongelmia tutkimuksessa ennustettiin aiheutuvan 1960-70 luvun betonielementtitaloissa, joissa betonin säilyvyysominaisuudet ovat jo nykyilmastossa heikkommat myöhempien aikakausien rakennuksiin verrattaessa. Rapattujen julkisivujen osalta eniten vaurioille alttiiksi arvioitiin vanhat rapatut julkisivut, joissa käytössä oli alhaisen lujuutensa vuoksi pakkasrapautumiselle vaarassa olevia kalkkilaasteja sekä kalkkisementtilaasteja. (Lahdensivu 2010a.)

Tutkimuksen perusteella kehitys- ja jatkotutkimustarpeina esille nousivat:

- kosteusteknisesti turvalliset ja energiatehokkaat korjausrakentamisen ratkaisut
- ilmastomuutoksen vaikutukset huomioivat käyttöikämallit olemassa oleville betonielementtirakenteille
- suojaavan pinnoituskorjauksen kehittäminen pesubetonijulkisivuille
- ilmastomuutoksen vaikutusten tarkempi arvioiminen olemassa olevaan rakennuskantaan. (Lahdensivu 2010a.)

3.3 FRAME-tutkimus

FRAME on vuosina 2009-2012 tehty tutkimusprojekti, joka toteutettiin TTY:n Rakennustekniikan laitoksen, Aalto-yliopiston Energiatekniikan laitoksen, Ilmatieteen laitoksen ja Mittaviiva Oy:n yhteistyöprojektina.

Projektissa selvitettiin lämmöneristyksen lisäyksestä sekä muuttuvasta ilmastosta aiheutuvia vaikutuksia vaipparakenteiden kosteustekniseen toimintaan, rakennusten energiatalouteen ja sisäilmaan. Tutkimuksessa selvitettiin mm. nykyisten betonirakenteiden säilyvyysvaatimusten riittävyyttä tulevaisuuden muuttuvassa ilmastossa,

sekä myös millaisia rakenneratkaisuja käyttäen vaipparakenteiden kosteusteknistä toimintaa voitaisiin parantaa. (Vinha ym. 2013.)

Tutkimuksessa käytetyt ilmastoskenaariot perustuivat Ilmatieteen laitoksen laatimaan säädataan vuosille 2000, 2030, 2050 ja 2100. Ilmastoskenaariot sisältävät mm. sademääräarviot ja vuosittaiset jäätymissulamissyklit yhteensä neljälle paikkakunnalle eri puolilta Suomea (Vantaa, Jokioinen, Jyväskylä ja Sodankylä). (Vinha ym. 2013.)

Betonirakennusten julkisivurakenteista havaittiin laskelmien perusteella, että nykyvaatimusten mukaisesti tehtynä uusien rakenteiden pitäisi kestää suunniteltu käyttökänsä myös muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa sillä oletuksella, että mm. lisähuokostus on onnistunut ja raudoitteiden betonipeitepaksuudet ovat betoninormien vaatimalla tasolla. Tutkimuksessa käsiteltiin betonisten ulkoseinien lisäksi myös mm. rankarakenteisia ulkoseiniä, sisäpuolelta lisäeristettyjä massiivirakenteisia ulkoseiniä, ylä- ja alapohjia sekä ikkunoita. (Vinha ym. 2013.)

Yksi FRAME-hankkeen merkittävistä tuloksista oli uusi rakenteiden kosteusteknisen toiminnan analysointimenetelmä, jolla pystytään tarkastelemaan rakenteissa ilmeneviä kosteusriskejä sekä Suomen nykyilmastossa että myös tulevaisuuden muuttuneissa ilmasto-olosuhteissa. Näitä tuloksia käyttäen rakenteita voidaan suunnitella tulevaisuudessa niin, että ne kestävät myös muuttuvan ilmaston rasittavat sääolosuhteet. Lisäksi tutkimuksessa luotiin mm. suunnittelu- ja toteutusohjeita matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten detaljeja varten. (Vinha ym. 2013.)

3.4 Talvirenkaat - Julkisivujen ja parvekkeiden talvikorjaus

Talvirenkaat on vuosina 2016-2017 tehty tutkimus, jonka tavoitteena oli tehdä ohjeistus julkisivujen ja parvekkeiden suunnittelua ja toteutusta varten talviolosuhteisiin. Julkisivukorjauksia on yleisesti tehty vain lämpiminä vuodenaikoina, mutta kasvavan korjaustarpeen myötä urakoitsijoiden resurssit eivät välttämättä riitä täyttämään kaikkia tarpeita kesäkuukausina ja toisaalta julkisivu-urakoitsijoille ei talvisin ole riittävästi töitä, mikä on saattanut aiheuttaa mm. lomautuksia. Siksi julkisivujen korjaustyökauden jatkaminen myös kylmemmille kuukausille todettiin tärkeäksi ta-

voitteeksi ja aihetta alettiin Julkisivuyhdistyksen toimeksiannosta tutkia TTY:n Rakenustekniikan laitoksella. Tutkimustyöryhmään kuului Tampereen teknillisen yliopiston tutkijoiden lisäksi myös useita julkisivukorjausten parissa työskenteleviä yrityksiä. (Pakkala, Lahdensivu & Köliö 2017.)

Tutkimusten perusteella talvikorjausten vähäisyys on perinteisesti perustunut mm. skeptisyyteen talviolosuhteissa tehdyn julkisivukorjauksen laatuun, puutteellisiin tietoihin talvikorjauksesta aiheutuvista lisäkustannuksista sekä vakiotoimintamallien puutteesta. (Pakkala, Lahdensivu & Köliö 2017.)

Talvikorjausten etuina on havaittu olevan mm.:

- urakoitsijoiden resurssipulan tasaus
- työntekijöille voidaan taata vuoden läpi tasaiset ansiot
- työntekijöiden raskuusaste alhaisempi, kun ei tarvitse työskennellä pitkää päivää ai-noastaan kesäisin
- suojauksista aiheutuva auringonvalon vähäisyys haittaa asukkaita vähemmän talvella kuin kesällä
- suojaukset eivät aiheuta sisälämpötilojen nousua. (Pakkala, Lahdensivu & Köliö 2017.)

Tutkimuksessa esitellään yleisiä talvikorjausta koskevia asioita kuten talvitoteutuksen huomioimista hankesuunnitteluvaiheessa ja urakka-asiakirjoissa, talvikorjauksesta aiheutuvat lisäkustannukset, käytettävät materiaalit, soveltuvia työmenetelmiä sekä talvella suoritettavissa kuntotutkimuksissa erityisesti huomioon otettavia asioita. Myös talviolosuhteiden hallintaa suojausmenetelmien ja työturvallisuuden kannalta käsitellään. (Pakkala, Lahdensivu & Köliö 2017.)

4 Julkisivukorjauksia koskeva lainsäädäntö ja muu viranomaisohjaus

Rakentamista ohjaileva lainsäädäntöä uudistetaan säännöllisin väliajoin alan kehityessä. Vuonna 2013 voimaan tulleen *maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen* (958/2012) mukaisesti rakentamista koskevia asetuksia uudistettiin tammikuussa 2018. Uudistusten myötä sääntelyä on pyritty selkeyttämään erottamalla määräykset ja suosituksina annettavat ohjeistukset selkeästi toisistaan. (Suomen rakentamismääräyskokoelma n.d.)

Suurin osa määräyksistä on perinteisesti koskenut vain uudisrakentamista. Rakennusten korjaus- sekä muutostoissa on pitänyt täyttää monilta osin vain alkuperäisen rakennusajan mukaiset vaatimukset ja rakentamismääräyksiä on sovellettu sen mukaan, kun toimenpiteiden laajuus sitä on edellyttänyt, mutta viime vuosina on alettu kiinnittämään aiempaa enemmän huomiota myös korjausrakentamista koskeviin määräyksiin ja viranomaiskäytäntöjä on pyritty yhtenäistämään. (KorjausRYL Julkisivut 2017, 9.)

Koko Suomen laajuisesti rakentamista säätelevien asetusten ja rakentamismääräysten lisäksi huomioon täytyy ottaa myös kaupunki- ja kuntakohtaiset ohjeistukset sekä kaavamääräykset, jotka selviävät ottamalla yhteyttä paikalliseen rakennusvalvontaan. Mahdolliset kaupunkikuvavaatimukset sekä mm. asemakaavan ja rakennussuojelun asettamat reunaehdot tulisi pyrkiä huomioimaan hyvissä ajoin odottamattomien yllätysten ja viivästysten välttämiseksi.

Tässä luvussa käydään läpi julkisivujen korjausrakentamista ohjailevia määräyksiä opinnäytetyön kirjoitushetkellä 2018.

4.1 Suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset korjaushankkeissa

Maankäyttö- ja rakennuslaki (L 132/1999) määrittää, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennuksen korjaus- ja muutostyöt suunnitellaan rakentamista koskevien säännösten, määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla on myös pitää huolta, että hankkeessa toimivilla suunnittelijoilla on hankkeen vaatimustasoon riittävät pätevydet.

Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määrittämisestä 214/2015 astui voimaan 1.6.2015. Asetuksessa määritellään vähäisten, tavanomaisten, vaativien sekä poikkeuksellisen vaativien suunnittelutehtävien kriteerit.

Julkisivukorjauksissa toimenpiteiden vaativuus voi vaihdella vähäisen vaativuusluokan ylläpitävien korjausten suunnittelusta poikkeuksellisen vaativiin suunnittelutehtäviin, jos rakennuksen vaurioituneet osat kuuluvat esimerkiksi suojelumääräysten alaisuuteen. Kohteen edellyttämät suunnittelupätevydet täytyy aina selvittää hankkeeseen ryhdyttäessä.

4.2 Rakennussuojelun asettamat vaatimukset

Rakennussuojelulla tarkoitetaan rakennetun ympäristön suojelua, jonka tavoitteena on mm. turvata kulttuurihistoriallisesti merkittäviä rakennuksia sekä alueita. Asemakaava-alueilla rakennusperintöä suojellaan ensisijaisesti *maankäyttö- ja rakennuslain* (L 132/1999) mukaisella kaavoituksella, mutta erillisellä *rakennusperintölailla* (L 498/2010) voidaan suojella myös kohteita, joilla on valtakunnallista merkitystä, tai jonka säilymistä ja suojelua ei muuten pystytä maankäyttö- ja rakennuslaissa annetuilla säädöksillä ja määräyksillä turvaamaan.

Suojelu voi koskea rakennusta kokonaan, tai sen osia. Rakennusperinnön säilyttämistä edistävät ja valvovat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset sekä Museovirasto. Mikäli rakennusta tai sen osia on suojelupäätöksellä suojattu, tulee kohteeseen tehtävät korjaustoimenpiteet suorittaa niin, ettei niillä vaaranneta suojelun tarkoitusta. (L 498/2010, 3-4§.)

Julkisivukorjauksissa suojelumääräykset saattavat asettaa rajoituksia suojellun rakennuksen korjaustöissä mm. julkisivupinnoitteen valinnan, lisäeristämisen tai liittyvien rakenteiden korjaamisen suhteen.

4.3 Laki rakennuksen kunnossapidosta

Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa, että rakennus on pidettävä riittävän hyvässä kunnossa täyttääkseen terveellisuuden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset aiheuttamatta ympäristöhaittoja tai rumentamatta ympäristöään. (L 132/1999, 166§.)

Jos rakennuksen kunnossapitovelvollisuutta laiminlyödään, voi kunnan rakennusvalvontaviranomainen määrätä rakennuksen korjattavaksi. Ennen korjauskehotusta viranomainen voi määrätä rakennuksen omistajan esittämään rakennusta koskevan kuntotutkimuksen selvittämään rakennukselle välttämättömät korjaustoimenpiteet terveellisuuden ja turvallisuuden palauttamiseksi. (L 132/1999, 166§.)

Kerrostalojulkisivujen tapauksessa laki voi velvoittaa korjaustoimenpiteisiin ryhtymisen, jos rakenteiden vauriot ovat riittävän laajoja aiheuttaakseen turvallisuusriskejä

esimerkiksi rakenteiden kantavuuden, kiinnitysten, kosteusteknisen toimivuuden tai paloturvallisuuden osalta.

4.4 YM:n asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä velvoittaa maankäyttö- ja rakennuslain (L 132/1999) mukaan rakennus- tai toimenpideluvanvaraisten korjaus- tai muutostöiden yhteydessä rakennuksen energiatehokkuuden parantamista, jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma n.d.)

Asuinkerrostalojen osalta asetusta ei sovelleta suojeltujen rakennusten osalta, jos energiatehokkuuden parantamisesta aiheutuisi suojeltuihin osiin muutoksia, joita ei voida suojelumääräysten mukaan pitää hyväksyttävänä. (A 4/13, 1 §.)

Korjaus- tai muutostyöhankkeeseen ryhtyvän on lupaa haettaessa osoitettava toimenpiteet, joilla energiatehokkuutta aiotaan rakennusosittain tai koko rakennuksesta parantaa. (A 4/13, 2 §.)

Julkisivukorjausten tapauksessa asetuksen mukainen energiatehokkuuden parantaminen saadaan yleensä toteutettua helpoiten rakennusosakohtaiset vaatimukset täyttämällä lisälämmöneristyksen muodossa. Ulkoseinien osalta energiatehokkuuden parantamiseksi riittää tällöin, kun ulkoseinän lämmönläpäisykerrointa (U-arvo) parannetaan 0,50-kertaiseksi alkuperäisestä rakentamisaikaisesta U-arvosta, kuitenkin enintään uudisrakentamiselta nykymääräysten mukaan vaadittava 0,17 W/(m²K). (A 4/13, 4§.)

Mikäli rakennusosakohtaisia vaatimuksia ei kuitenkaan täytetä, tulee energiatehokkuuden parantaminen osoittaa vaihtoehtoisin tavoin 8 § mukaiset vaatimukset täyttämällä. Vaihtoehtoisia tapoja energiatehokkuuden parantamiselle ovat mm. rakennusluokkakohtaisten energiankulutusvaatimusten (kWh/m²) täyttäminen tai rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luku) pienentäminen asetuksen rakennusluokittain edellyttämälle tasolle. Energiatehokkuutta voidaan parantaa myös usean eri korjauksen yhteysvaikutuksena, jossa voidaan huomioida suunnitteilla olevien korjausten lisäksi myös aiemmin toteutetut korjaukset, kunhan niistä luvan hakemisen yhteydessä toimitetaan tarvittavat selvitykset viranomaiselle. (A 4/13, 8-9§.)

4.5 YM:n asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (A 782/2017) on 1.1.2018 voimaan astunut asetus, joka ohjaa kosteusteknisesti terveelliseen ja turvalliseen rakentamiseen. Asetuksen soveltamisalana ovat julkisivukorjausten osalta kaikki luvanvaraiset rakennuksen korjaus- ja muutostyöt.

Rakennuksen korjaus- ja muutostoissa suunnittelijan on selvitettävä asetuksen rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja rakenteiden kosteustekninen toimivuus. Asetuksen mukaan korjaustöiden yhteydessä kosteusteknisesti toiminut rakenne, jonka tekninen käyttöikä on loppunut tai joka on kosteustekniseltä toiminnaltaan vaurioitunut, voidaan korjata rakentamisaikaisen rakentamistavan mukaisesti. Mahdolliset kosteustekniset puutteet tulee korjausten yhteydessä korjata. (A 782/2017, 4§.)

Asetus edellyttää myös, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on laadittava hankkeelle kosteudenhallintaselvitys, jossa määritellään vaatimukset ja toimenpiteet kosteusriskien hallintaan sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. (A 782/2017, 12§.)

4.6 Lait asbestipurkutöistä

Vuoden 2016 alusta voimaan tullut *laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista* (L 684/2015) sekä *valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta* (A 798/2015) korvasivat aiemman asbestilainsäädännön. Asuinkerrostalojen julkisivurakenteissa asbestituotteita saattavat sisältää mm. julkisivupinnoitteet sekä levytuotteet.

Ennen vuotta 1994 valmistuneen rakennuksen korjaushankkeeseen valmistauduttaessa tulee aina teettää lakisääteiset asbestikartoitukset. Mahdollisten asbestituotteita sisältävien rakenteiden purkutöitä saa suorittaa ainoastaan asbestipurkutyöluvan omaavat henkilöt.

Asetus määrää, että asbestityöalue on selkeästi rajattava ja merkittävä varoitusmerkeillä. Alueelle pääsy on estettävä muilta kuin asbestityöhön osallistuvilta henkilöiltä

ja työalueella on käytettävä asbestitöiden edellyttämiä suojaimia. Asbestin kulkeutuminen työalueen ulkopuolelle on myös estettävä, ja työntekijöiden on alueelta poistuessaan myös puhdistauduttava asbestipölystä. (A 798/2015, 4§.)

Asbestipurkutöihin ryhtyvän on suoritettava asbestityötä varten kirjallinen turvallisuussuunnitelma, josta selviää riittävässä laajuudessa toimenpiteet, joilla työympäristön turvallisuus varmistetaan. Asbestipurkutöille on myös nimettävä työnjohtaja, joka seuraa, että työt suoritetaan turvallisuussuunnitelman mukaisesti. (A 798/2015, 8§.)

5 Julkisivukorjaushankkeen vaiheet

5.1 Lähtötiedot ja hankkeen reunaehdot

Asuinkerrostalon korjaustyöt ovat osa kiinteistön ylläpitoa. Jatkuvilla huoltotoimenpiteillä, säännöllisillä kuntoarvioilla ja niitä täydentävillä kuntotutkimuksilla sekä oikein ajoitetuilla korjauksilla pidennetään rakenteiden käyttöikää ja optimoidaan ylläpitokustannukset rakennuksen elinkaaren aikana. Vaikka korjaukset voivat olla kalliita, tulee niiden laiminlyönti pitkällä tähtäimellä vielä kalliimmaksi, jos vaurioita ei hoideta kerralla kuntoon ja annetaan rakenteiden kunnon heikentyä entisestään. (By42 2013, 8.)

Julkisivukorjausten tapauksessa hankkeen tavoitteet ovat riippuvaisia korjaus-, muutos- ja suojelutarpeiden lisäksi myös kiinteistöstrategiasta ja kunnossapitosuunnitelmasta (PTS), käytettävissä olevista lähtötiedoista sekä hankkeen muista reunaehdoista. (KorjausRYL Julkisivut 2017, 12.)

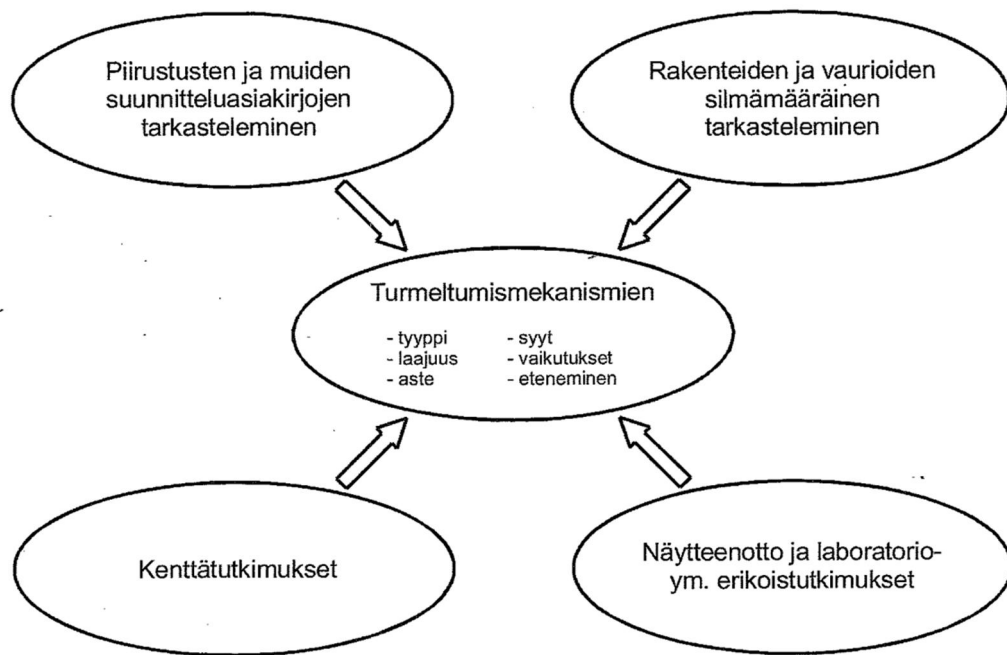
Korjaus- ja kunnossapitotoimintaa ohjailevasta kiinteistöstrategiasta päättää kiinteistön omistaja tai asunto-osakeyhtiöiden tapauksessa taloyhtiön hallitus. Kiinteistöstrategiassa määritellään mihin suuntaan ja millä aikavälillä kiinteistöä ylläpidetään, käytetään, korjataan ja kehitetään. Kiinteistöstrategian tavoitteena on saada aikaan käyttäjän tavoitteisiin sopiva toimintasuunnitelma koko rakennuksen elinkaaren ajalle. Toimivalle kiinteistöstrategialle on oleellista rakennuksen kunnon säännöllinen seuranta ja toimenpiteisiin ryhtyminen puutteita havaittaessa. (KorjausRYL Julkisivut 2017, 12.)

Laajoihin korjaus- tai muutostöihin valmistauduttaessa tulee ennen tekniseen suunnitteluun ryhtymistä tehdä hankesuunnitelma, jossa määritellään hankkeen tavoitteita, laajuutta, aikataulua ja tehdään myös alustavia kustannusarvioita eri vaihtoehtoillemme. Hankkeissa rakennuttajana toimii yleensä ulkopuolinen rakennuttajakonsultti, joka teettää tai tekee kohteelle tarvittavat esiselvitykset (esim. kuntotutkimus) ja korjaussuunnitelmat, mutta myös kilpailuttaa urakoitsijat ja valvoo toteutusvaihetta, mikäli erillistä valvojaa ei ole projektiin palkattu. (Neuvonen 2006, 249.)

5.1.1 Kuntotutkimus

Koska rakennukset ikääntyvät erilaisissa olosuhteissa sekä käyttäjistään riippuen eri tavoilla, eikä käytetyistä rakenneratkaisuistakaan voida silmämääräisten havaintojen perusteella olla täysin varmoja, tulisi rakenteille suorittaa aina perusteellinen kuntotutkimus ennen korjaustavan valintaa. Kevyitä korjauksia ja huoltotoimenpiteitä voidaan toki suorittaa aistihavainnoilla tehtyjen kuntoarvioiden perusteella, mutta raskaammissa korjauksissa hyvin valittu korjaustapa perustuu kohteeseen tehtyyn kuntotutkimukseen.

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan toimenpidettä, jonka tavoitteena on mahdollisimman tarkasti selvittää rakenteiden kunto ja mahdollisten vaurioiden laatu. Kuntotutkimuksessa selvitetään eri vaurioitumistapojen aiheuttamia vaikutuksia käyttäen erilaisia tutkimusmenetelmiä kuten esimerkiksi suunnitelma-asiakirjojen tarkastelu, silmämääräiset arviot, kenttämittaukset, näytteidenotto ja laboratoriotutkimukset. Kuntotutkimuksella pyritään saada selville olemassa olevien vaurioiden syyt, laajuus sekä vaikutukset ja ennakoida vaurioiden etenemistä myös lähitulevaisuuden kannalta helpottamaan kohteeseen myöhemmin tulevien korjaus- ja huoltotoimenpiteiden ajoittamista. (By42 2013, 8.)



Kuvio 14. Kaavio kuntotutkimuksen eri tiedonkeruutavoista (By42 2013, 68)

Julkisivujen tapauksessa kuntotutkimusten sisältöön ja laajuuteen vaikuttavat mm. seuraavien tekijöiden huomiointi:

- rakennuksen ikä
- korjaus- ja muutostyöhistoria
- havaitut vauriot ja niiden vaikutukset muihin rakenteisiin
- terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden olemassaolo
- tekniset parantamistarpeet, esimerkiksi energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksien selvittäminen. (KorjausRYL Julkisivut 2017, 14; By42 2013.)

Kuntotutkimuksiin liittyy aina omat epävarmuustekijänsä, sillä tutkimuksilla kerättävä tieto koostuu otoksista ja rakenteiden kunto voi vaihdella paljonkin rakennuksen eri osissa. Tavoitteena on kuitenkin pyrkiä keräämään tietoa mahdollisimman monesta eri lähteestä ja esimerkiksi laboratoriotutkimuksia varten näytteitä on otettava riittävä määrä luotettavan kokonaiskuvan saamiseksi. (By42 2013, 68.)

Kuntotutkimusta tehtäessä on tärkeää täyttää tilaajan tavoitteet kuntotutkimukselle, kuitenkin niin että kaikki rakenteiden mahdolliset vauriot tulevat selvitettyiksi. Tilaajan tavoitteiden perusteella laaditaan tutkimussuunnitelma, jossa määritellään, kuinka perusteellisilla menetelmillä ja mittauksilla rakenteita lähdetään tutkimaan ja arvioidaan myös, kuinka laajoilla otoksilla rakenteista otetaan näytteitä. (By42 2013, 76.)

Tutkimuksissa kertyy rakenteiden vaurioista paljon dataa, mutta käyttökelpoiseksi tiedot tulevat vasta tulosten analysoinnin seurauksena, kun tutkimustuloksista tehdään perusteellinen raportti. Havaintojen ja koetulosten tulkinta on yksi kuntotutkimuksen keskeisimmistä työvaiheista. Tutkimusten johtopäätöksinä raportissa pyritään esittämään mahdollisimman perusteellisesti rakenteiden korjaustarpeet sekä arvio korjausten sopivasta ajankohdasta, ja kuntotutkimuksessa kerättyjä tietoja käytetään myöhemmin apuna korjaussuunnittelussa. (By42 2013, 123.)

5.2 Sopivan korjaustavan valinta

Julkisivukorjauksissa ei ole yksiselitteistä oikeaa tapaa korjata vanhoja rakenteita, vaan korjaustapa on aina valittava yksilöllisesti kohteen mukaan viranomais määräykset, kohteeseen suoritettut kuntotutkimukset sekä kiinteistön omistajan tavoitteet huomioiden. Korjaustavan valinnassa pyritään aina etsimään kaikki ongelman teknisestä näkökulmasta ratkaisevat vaihtoehdot ja niistä hankkeen asettamat kriteerit huomioiden valitaan kyseiseen kohteeseen parhaimmaksi vaihtoehdoksi arvioitu korjaustapa. (By41 2016, 13.)

Karkeasti soveltuviin korjausmenetelmiin vaikuttavat asiat voidaan luokitella seuraavasti:

- Tekniset seikat:
 - rakenteellinen varmuus ja turvallisuus
 - vauriotilanne ja siitä seuraava tekninen korjaustarve
 - vaurioilta suojaaminen
 - korjaustavan kyky poistaa ongelmat ja vauriot
 - korjauksen työtekeminen toteutettavuus
 - korjaukseen liittyvät riskit
 - liittyvien rakenteiden korjaustarve
- Taloudelliset ja rakennuksen arvoon liittyvät seikat:
 - korjatun rakenteen käyttöikä
 - korjauskustannukset
 - ylläpito- ja käyttökustannukset
 - vaikutukset ulkonäköön ja arkkitehtuuriin
 - korjaustyön aikaiset haitat korjauskohteen käytölle
- Yhteiskunnalliset seikat:
 - vaikutus ympäristöön, esim. kaupunkikuvaan
 - kaavamääräysten asettamat rajoitukset
 - suojelutarve tai -päätökset. (By41 2016, 13.)

Korjaustarpeisiin ja soveltuviin korjaustapoihin vaikuttaa turmeltumisasteen lisäksi myös rakennusmateriaalien sisältämät erilaiset ympäristölle ja terveydelle haitalliset aineet (mm. julkisivupinnoitteissa mahdollisesti asbesti, saumauksissa lyijy ja PCB-yhdisteet) sekä mahdolliset aiemmin tehdyt kohteeseen soveltumattomat, virheelliset tai käyttöikänsä ylittäneet korjaukset. Lainsäädännön edellyttämä asbestikartoitus suoritetaan yleensä kuntotutkimuksen yhteydessä, mutta mikäli korjauksia halutaan toteuttaa pelkkien silmämääräisten kuntoarvioiden perusteella, tulee kartoitus teettää viimeistään vanhoja rakenteita purkavien korjausten suunnitteluvaiheen aikana. (By42 2013, 18.)

Joskus valittu korjausratkaisu voi vaikuttaa kohteen vaurioihin nähden yli- tai alimitoitulta, mutta palvelee kiinteistön omistajan tavoitteita paremmin. Jos rakennus on esimerkiksi muuten hyvässä kunnossa ja muita laajempia korjauksia kohteelle jo tehty, voi olla mielekästä priorisoida myös julkisivukorjaukselle mahdollisimman pitkä käyttöikä, energiatehokkuus ja ulkonäölliset seikat, vaikka korjaus tulisikin kustannuksiltaan muita ongelman teknisesti ratkaisevia vaihtoehtoja kalliimmaksi, sillä laajalla julkisivukorjauksella voi olla suuri vaikutus esimerkiksi kiinteistön arvostukseen ja korjatun rakenteen ylläpitokustannuksiin. Raskaimmilla julkisivujen korjaustavoilla on myös mahdollista päästä ulkoseinien energiatehokkuuden osalta lähelle uudisrakentamiselle asetettuja energiatehokkuusvaatimuksia, eli pitkällä tähtäimellä myös lämmityskustannuksissa säästetään rakenteen elinkaaren aikana, kun valitaan mahdollisimman energiataloudellinen ratkaisu. (KorjausRYL Julkisivut 2017, 12-15; JUKO Ohjeistokansio.)

Julkisivujen tapauksessa korjaustapaa valittaessa voidaan myös päättää olla korjaamatta ollenkaan, joka voi olla perusteltu ratkaisu silloin, kun rakenteeseen on jo päässyt syntymään mittavaa korroosiovaurioita. Korjaamatta jättämisellä rakenteen ulkonäkö heikkenee entisestään, mutta mikäli siitä ei aiheudu rakennuksen käyttäjille turvallisuusriskejä, niin tällaiseen ratkaisuun voidaan päätyä ja julkisivun tekninen käyttöikä voidaan käyttää hallitusti loppuun asti siirtäen raskaammat korjaustoimenpiteet myöhemmälle ajankohdalle, jolloin korjaukset tehdään esimerkiksi liittyvien rakenneosien korjausten kanssa yhtäaikaaisesti. (By42 2013, 50.)

Näitä mahdollisuuksien mukaan julkisivukorjauksen kanssa samanaikaisesti toteutettavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- sisäänkäyntien kunnostaminen
- parvekkeiden korjaus
- elementtisaumojen uusiminen
- ikkunoiden ja ikkunapeltien uusiminen
- syöksytorvien, räystäskourujen ja -peltien uusiminen
- tikkaiden kunnostus tai uusiminen
- pihojen ja yhteistilojen kunnostaminen. (By42 2013, 56.)

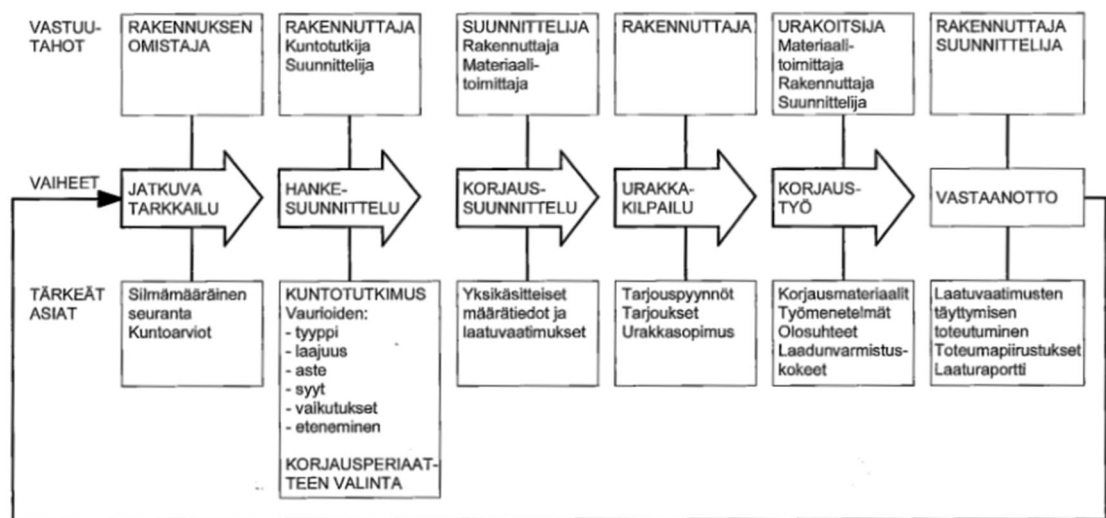
Tällaisten korjausten ajoittaminen julkisivuremontin yhteyteen saattaa pidentää rakenteiden käyttöikää, alentaa kustannuksia sekä myös parantaa asukkaiden viihtyvyyttä, kun useita eri korjauksia pyritään suorittamaan yhdellä kertaa ja työmaaolosuhteet eivät ole jatkuvasti häiritsemässä tilojen normaalia käyttöä. Joskus liittyvien rakenneosien ennakoiva uusiminen tulee julkisivukorjauksen yhteydessä myös suositeltavaksi sellaisissa tapauksissa, joissa osien oma tekninen käyttöikä ei vielä olisi-kaan päättymässä, mutta tulisi kuitenkin korjatun julkisivun elinkaaren aikana jossain vaiheessa päättymään. (KorjausRYL Julkisivut 2017, 12-13.)

5.3 Toteutus ja ylläpito

Korjaussuunnitteluvaiheen jälkeen ajankohtaiseksi tulee urakoitsijan valinta, joka toteutetaan tarjouskilpailulla. Urakoitsijan valinnassa hinta on monesti tärkein valintaperuste, mutta omat painotuksena tulee antaa myös urakoitsijan ammattitaitoon, luotettavuuteen sekä soveltuvuuteen juuri kyseisen kohteen toteuttajaksi tapauksissa, joissa urakkaan sisältyy esimerkiksi erikoisosaamista vaativia työvaiheita. (Neuvonen 2006, 250.)

Urakkakilpailutuksen järjestää yleensä rakennuttaja, joka tarjousten saavuttua aloittaa yhdessä kiinteistön omistajan kanssa urakkaneuvottelut ja solmii valitseman urakoitsijan kanssa urakkasopimuksen. Urakoitsijan valinnan jälkeen työt toteutetaan suunnittelijan laatimien urakka-asiakirjojen mukaisessa laajuudessa ja työtä valvoo joko rakennuttaja itse, tai rakennuttajan palkkaama ulkopuolinen valvoja. (By41 2016, 10.)

Töiden valmistuttua rakennuttaja ja tilaaja tarkastavat valmiin työn lopputuloksen ja vastaanottavat kohteen. Kaikki hankkeen aikaiset asiakirjat ja sopimukset tallennetaan sekä arkistoidaan. Vastaanoton jälkeen alkaa takuu aika, jonka aikana suoritetaan tarvittavat jälki- ja takuutarkastukset sekä muutenkin jatketaan rakenteiden kunnan säännöllistä seurailua kiinteistöstrategian mukaisessa laajuudessa. (By41 2016, 10.)



Kuvio 15. Periaatekaavio korjaushankkeen vaiheista (By41 2016, 10.)

6 Julkisivujen yleisimmät vauriotavat

6.1 Betonijulkisivut

Varsinkin 1960-70 lukujen aikana rakennettujen betonielementtikerrostalojen julkisivuissa alkaa tänä päivänä olla runsaita vaurioita ja korjaustarvetta esiintyy suuressa osassa kyseisen aikakauden rakennuksista johtuen sen ajan vähäisestä ammattitaidosta elementtirakentamisen suhteen ja odottamattoman nopeasta muuttovirrasta kaupunkiin, joka aiheutti pitkäaikaiskestävyyden ajautumisen tärkeysjärjestyksessä nopeamman valmistumisajankohdan alapuolelle. (By42 2013, 12-13.)

Rasituksille alttiissa julkisivurakenteissa tapahtuu rakenteiden turmeltumista, joka vaikuttaa aluksi sekä rakenteen ulkonäköön heikentävästi että pahentuessaan myös

rakenteen teknisiin ominaisuuksiin, aiheuttaen jopa turvallisuusriskejä. Julkisivuihin kohdistuvia rasituslähteitä ovat esimerkiksi lämpö, kosteus, tuuli, suolat sekä varsinkin Suomen sääolosuhteissa merkittävässä osassa oleva pakkasrasitus. Rasitustekijät vaihtelevat esimerkiksi rakennuksen sijainnista ja koosta riippuen. (By42 2013, 18.)

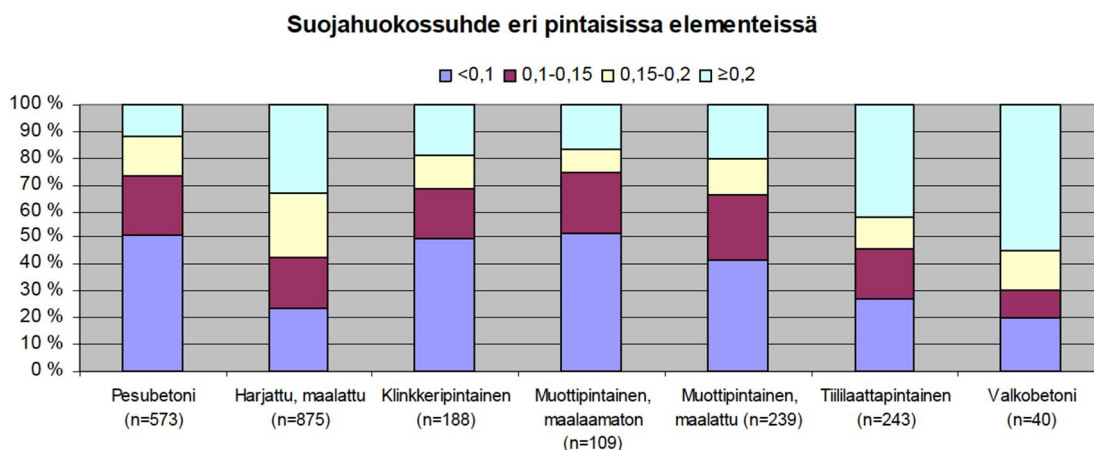
Suomessa yleisimmät betonijulkisivuun kohdistuvat turmeltumisilmiöt ovat:

- betonin pakkasrapautumien
- raudoitteiden korroosio betonin karbonatisoitumisen sekä kloridirasitusten seurauksena
- kosteustekniset toimivuuspuutteet
- kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vauriot
- pintatarvikkeiden vauriot
- pintakäsittelyjen vauriot
- halkeilut ja muodonmuutokset.

Näiden lisäksi myös mahdolliset rakennusaikaiset virheet, käytöstä johtuvat laiminlyönnit sekä virheellisesti suoritettut korjaukset saattavat aiheuttaa turmeltumisen nopeutumista ja laajenemista. (By42 2013, 18.)

6.1.1 Betonin rapautuminen

Betonin rapautumisilmiöitä ovat pakkasrapautuminen, ettringiittireaktio sekä alkali-kiviainesreaktio. Näistä ensimmäisenä mainittu pakkasrapautuminen on Suomen olosuhteissa selvästi eniten esiintyvä vaurioitumistapa, mutta satunnaistapauksina myös muitakin rapautumisilmiöitä saattaa esiintyä. Rapautumisilmiöiden aiheuttamat näkyvät vauriot rakenteelle ovat hyvin samanlaisia, joten niiden tunnistaminen toisistaan pelkällä silmämääräisellä tarkastelulla on vaikeaa. Yhteistä kaikille rapautumisilmiöille on kuitenkin korkea kosteusrasitus. Rapautuminen heikentää betonin lujuutta sekä raudoitusten tartuntoja ja pitkälle edetessään riskinä on jopa elementin ulko kuoren irtoaminen kokonaan, eli vaikutukset rakenteen kantavuuteen sekä turvallisuuden voivat siis olla merkittäviä. Pakkasrapautumista esiintyy eri julkisivutyypeistä yleisimmin pesubetoni- sekä klinkkerilaattapintaisissa ja maalaamattomalla muotopinnalla olevissa julkisivuissa, joiden suojahuokostuksessa havaittiin kuvan 16 mukaisesti BeKo-tutkimuksen yhteydessä eniten puutteita. (By42 2013, 29; Lahdensivu 2010b.)



Kuvio 16. Suojahuokossuhdejakaumat eri julkisivupintatyypeissä (Lahdensivu 2010b.)

Pakkasrapautumista tapahtuu, kun betonin huokosverkostossa oleva vesi jäätyy tois-
tuvasti pakkasella ja jäätyessään vesi laajenee, aiheuttaen painetta rakenteeseen.
Jäätymislaajeneman aiheuttamien vaurioiden estämiseksi betonissa tulee olla ilma-
huokosia, jotka eivät täyty kapillaarivedellä, ja joihin laajeneva vesi voi tunkeutua.
Betonin pakkaskestävyyden parantamiseksi on alettu käyttämään lisähuokostusai-
netta, jonka aiheuttamat kapillaarihuokosia suuremmat suojahuokokset eivät täyty
vedellä, vaikka betoni olisi pitkäänkin kosketuksissa veden kanssa. (By42 2013, 30.)

Betonin suojahuokostusta alettiin tekemään vasta 1970-luvun puolivälissä ja ennen
sitä valmistuneissa betonijulkisivuissa suojahuokostus on monesti jäänyt puutteel-
liseksi. Varsinkin pesubetonirakenteissa puutteellinen suojahuokostus on aiheuttanut
ongelmia pakkasrapautumisen kanssa, sillä pesubetonin pinnassa ei ole sadeveden
imeytymistä hidastavia maalipinnoitteita tai pintatarvikkeita, kuten tiili- tai klinkkeri-
laattoja, eli betonipinta pääsee säärasituksesta kastumaan ja vettä imeytymään beto-
nin huokosverkostoon. Rakenteet ovat kuitenkin saattaneet kestää pakkasen aiheut-
taman rasituksen, jos betoni on ollut riittävän lujaa, kosteusrasitus alhaista tai ohut
lämmöneristekerros sallinut rakenteen nopean kuivumisen. Betonin ominaisuuksien
lisäksi myös rakennuksen sijainti vaikuttaa vaurioiden syntymiseen, sillä esimerkiksi
rannikkoseudulla ja Etelä-Suomessa pakkasrasitusolosuhteet ovat korkeampien sade-
määrien vuoksi ankarammat kuin sisämaassa ja Pohjois-Suomessa. (By42 2013, 30-
31; Lahdensivu 2010b.)

Pakkasen aiheuttamat vauriot julkisivurakenteelle esiintyvät betonin säröilynä. Säröt vaikuttavat heikentävästi betonin lujuuteen ja nopeuttavat veden imeytymistä rakenteeseen. Pitkälle edetessään rapautuminen aiheuttaa betonin pinnan halkeilua, elementtien kaareutumista ja betonin lohkeilua. Alkavan pakkasrapautumisen toteamiseksi ei riitä silmämääräinen havainto tai rakenteen vasarointi, vaan se edellyttää laajempia tutkimustoimenpiteitä. Pakkasrapautumisen huomaaminen alkuvaiheessa on tärkeää, että rasitusta alentaviin korjauksiin pystytään ryhtyä ajoissa ennen kuin rapautuminen on edennyt haitallisen pitkälle. (By42 2013, 32.)



Kuvio 17. Pakkanen on aiheuttanut seinään rapautumavaurioita.

Pakkasrapautumisen lisäksi betonin rapautumista esiintyy myös ettringiittireaktiona ja alkalikiviainesreaktiona. Ettringiittireaktio on kovettuneessa sementtikivessä tapahtuva kemiallinen reaktio, jonka syynä on monesti betonin liian voimakas lämpökäsittely kovettumisvaiheessa ja joutuminen ankariin kosteusolosuhteisiin. Ettringiittireaktiossa sementin sisältämän ettringiitin tilavuus voi kasvaa jopa 130-140% lähtöaineiden tilavuuteen verrattuna, ja seurauksena rakenteen pinnassa voi esiintyä sä-

röilyä. Ettringiittireaktio saattaa johtaa myös betonin pakkaskestävyyden heikkene-
miseen, koska ettringiittimineraali pienentää betonin suojahuokosten tilavuutta ki-
teytyessään niiden seinämille reaktion johdosta. Ulkoisesti ettringiittireaktion aiheut-
tama rapautuminen näyttää siis hyvin paljon samanlaiselta kuin pakkasrapautumi-
nen, mutta huokosten seinämiin kiteytyneen ettringiitin havaitseminen vaatii mikro-
skooppitarkastelua oikean rapautumisilmiön tunnistamiseksi. Ettringiittireaktion ai-
heuttamia vaurioita betonijulkisivulle on esiintynyt näytteiden perusteella eniten
sekä pesubetoni-, klinkkerilaatta- ja tiililaattapintaissa julkisivuissa, mutta esiinty-
miä on havaittu myös muissa betonijulkisivutyypeissä. (By42 2013, 33-35.)

Alkalikiviainesreaktio on suomalaisissa betonijulkisivuissa esiintyvistä rapautumisilmi-
öistä harvinaisin, mutta yksittäistapauksina silloin tällöin esiintyvä rakenteen vaurioi-
tumistapa. Ilmiön harvinaisuus johtuu siitä, että suomalaisissa rakenteissa käytetyt
tiivit syväkivilajit ovat yleensä kemiallisesti hyvin kestäviä, mutta murskatun sekä ul-
komaisen kiviaineksen käytön lisääntyminen saattaa tulevaisuudessa kasvattaa alkali-
kiviainesreaktion riskiä ja tehdä siitä yleisempää. (By42 2013, 35-36.)

Alkalikiviainesreaktiossa sementtikiven alkalisuudesta johtuen rakenteessa tapahtuu
paisumisreaktio, joka johtaa pinnan laukukkuuteen sekä verkkohalkeiluun. Myös alka-
likiviainesreaktion aiheuttamat vauriot ovat ulkonäöltään pakkasrapautumisen kaltai-
sia, ja tunnistaminen vaatii ohuthieanalyysia. Julkisivukorjauksia suunnitellessa on
kuitenkin melko yhdentekevää, onko kyse pakkasrapautumisesta vai alkalikiviainesre-
aktiosta, koska korjaustavat ovat molemmissa samat. (By42 2013, 35-36.)

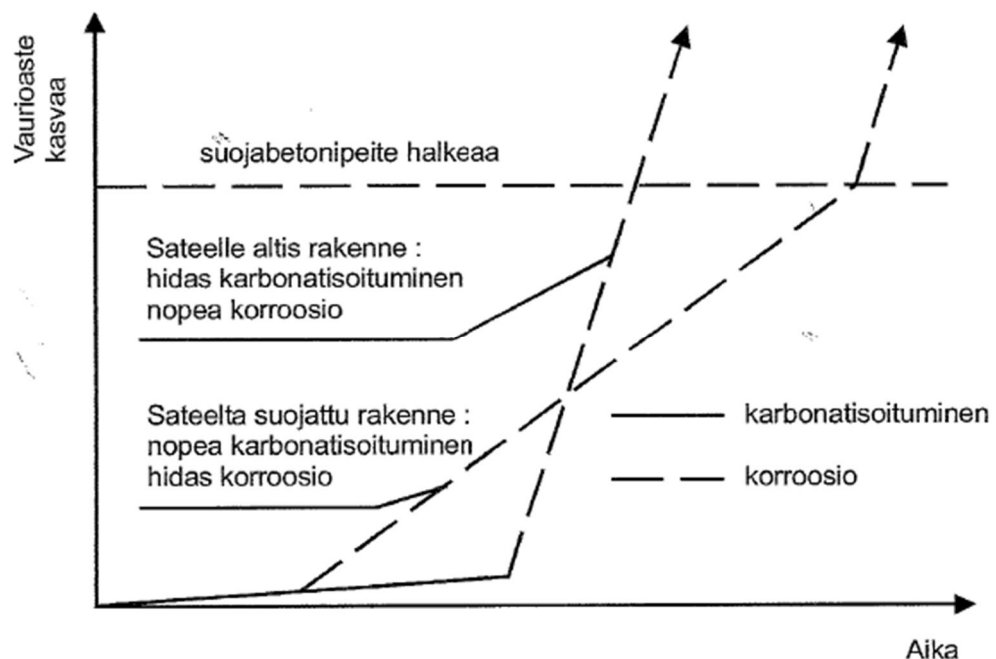
6.1.2 Raudoitteiden korroosio

Betonin sisältämät raudoitukset ovat korroosiolta suojattu betonin alkalisuudesta te-
räksen pinnalle muodostuvan oksidikalvon ansiosta, joka estää terästen sähkökemial-
lisen korroosion. Riittävän paksu betonikerros suojaa raudoitteita myös esimerkiksi
klorideita pääsemästä vaurioittamaan terästä. (By42 2013, 21.)

Raudoitteiden korroosio voi kuitenkin käynnistyä betonin karbonatisoitumisen
vuoksi, tai jos betoniin pääsee haitallinen määrä klorideja. BeKo-tutkimuksen mukaan
paikallisia korroosiovaurioita esiintyi tutkimushetkellä noin 50 prosentissa vuosien

1960-1990 välillä rakennetuissa kohteissa, mutta vain 6 prosentissa kohteista havaittiin laajoja vaurioita. (Lahdensivu 2010b.)

Karbonatisoitumisessa betoni neutralisoituu, kun betonin emäksiset yhdisteet reagoivat ilman sisältämän hiilidioksidin kanssa ja reaktiotuotteena syntyy neutraalia kalsiumkarbonaattia. Ajan kanssa karbonatisoituminen etenee betonin pinnasta syvemmälle raudoituksiin asti ja korroosio käynnistyy. 1960- ja 70-luvulla valmistuneissa rakennuksissa raudoitteiden korroosio johtuu suurelta osin siitä, että raudoitteiden suojabetonipeite ei ollut riittävä ja karbonatisoitumisen myötä raudoitteiden korroosio päässyt käynnistymään, mutta asiaan on sittemmin kiinnitetty tarkempaa huomiota tiukentuneilla suojabetonivaatimuksilla. Korroosion etenemisnopeus riippuu ympäristössä vallitsevista kosteusolosuhteista. (By42 2013, 21.)

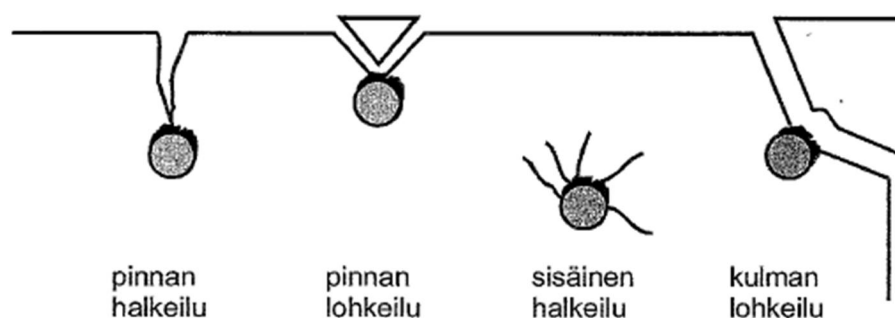


Kuvio 18. Korroosion eteneminen kuivissa ja kohteissa olosuhteissa. (By42 2013, 21.)

Kloridikorroosiota voi esiintyä myös karbonatisoitumattomassa betonissa. Klorideja on voinut päätyä rakenteeseen jo valmistusvaiheessa, jos kiihdyttävänä lisäaineena on käytetty esimerkiksi kalsiumkloridia (CaCl_2), mutta klorideja pääsee tunkeutumaan

rakenteeseen myös ulkoisista rasituslähteistä kuten jäänsulatussuoloista sekä rannikkoalueilla tuulen kuljettamasta merivedestä. Kloridikorroosiota esiintyy myös normaalia alhaisemmissa kosteuspitoisuuksissa ja lämpötiloissa. (By42 2013, 25.)

Korroosio johtaa teräksen tehokkaan poikkileikkauspinta-alan pienenemiseen, kun raudoitteen pinnasta liukenee materiaalia pois, ja seurauksena rakenteen kantavuus heikkenee. Kloridikorroosiossa vaurioituminen saattaa päästä etenemään melko pitkälle ennen kuin sitä ulkoapäin näkee, koska korroosiotuotteet ovat betonin huokoveteen liukoisempia, kun taas karbonatisoitumisesta aiheutuvassa korroosiossa reaktiotuotteet vaativat aiempaa suuremman tilavuuden ja näiden laajeneminen johtaa raudoitteita suojaavan betonikerroksen halkeiluihin ja lohkeamisiin. Myös ulospäin näkymätöntä rakenteen sisäistä halkeilua esiintyy. (By42 2013, 20-21.)



Kuvio 19. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä betonirakenteessa (By42 2013, 22.)

6.1.3 Kosteustekniset toimivuuspuutteet

Suurimpaan osaan julkisivurakenteista liittyy muita rakenteita tai rakennekerroksia, joiden tarkoituksena on hallita kosteuden kulkua. Tällaisia liittyviä osia ovat mm. erilaiset saumat, tuulettuvuuteen ja eristetilojen vedenpoistoon tarkoitetut rakenteet, pellitykset sekä räystäsrakenteet. Näiden osien riittävän hyvä kunto ja toimivuus vaikuttavat merkittävästi rakenteen kosteusrasitustasoon ja kuivumismahdollisuuksiin. (By42 2013, 38.)

Julkisivujen kosteustekniset toimivuuspuutteet koskevat useimmiten erilaisia rakenneliitoksia, rakenteen heikkoa tiiviyyttä sekä puutteita eristetilojen vedenpoistossa

sekä tuulettuvuudessa. Puutteellisesti toimivat rakenteet saattavat lisätä julkisivun kosteusrasitustasoa ja nopeuttaa turmeltumista. (By42 2013, 39.)

6.1.4 Kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vauriot

Kiinnitysvaurioita esiintyy yleisimmin sandwich-elementtien ulkokuorissa sekä kuorielementeissä, joiden kiinnitykset ovat alttiina julkisivuun kohdistuvien rasitusten vaikutuksille. Pahasti vaurioituneet elementtien kiinnitykset saattavat ilman korjauksia johtaa jopa elementin irtoamiseen, eli turvallisuusriskit ovat pahimmillaan huomattavat. (By42 2013, 39-40.)

Sandwich-elementeissä ulkokuoren kiinnitysvaurioita esiintyy eniten 1960-luvun rakenteissa, joissa käytettiin vielä ruostuvasta teräksestä valmistettuja ansaita ulkokuoren kiinnityksiin. Elementin ulkokuoren pakkasrapautuminen, puutteellinen betoni-peitesyvyys sekä työvirheet kuten kiinnikkeiden liian pieni määrä saattavat kuitenkin johtaa tartuntojen heikentymiseen, vaikka rakenteessa olisikin käytetty ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kiinnikkeitä. (By42 2013, 40.)

6.1.5 Pintakäsittelyjen ja -tarvikkeiden vauriot

Julkisivujen pintatarvikkeiden vauriot ovat olleet lähes pelkästään klinkkerilaattapintojen ongelma. Laattojen irtoamisen syynä monissa tapauksissa on klinkkerilaatan ja betonin muodonmuutosominaisuuksien erot, joka johtaa siihen, että betoni kutistessaan aiheuttaa laattojen tartuntavyöhykkeeseen leikkauspakkovoiman, joka laatan tartuntalujuuden ylittäessään johtaa laatan irtoamiseen. Vauriot voivat kuitenkin johtua myös mm. klinkkerilaatan alla olevan betonirakenteen pakkasrapautumisesta tai raudoitteiden korroosion aiheuttaman tilavuuslaajeneman laatalle kohdistavasta paineesta. (By42 2013, 41.)

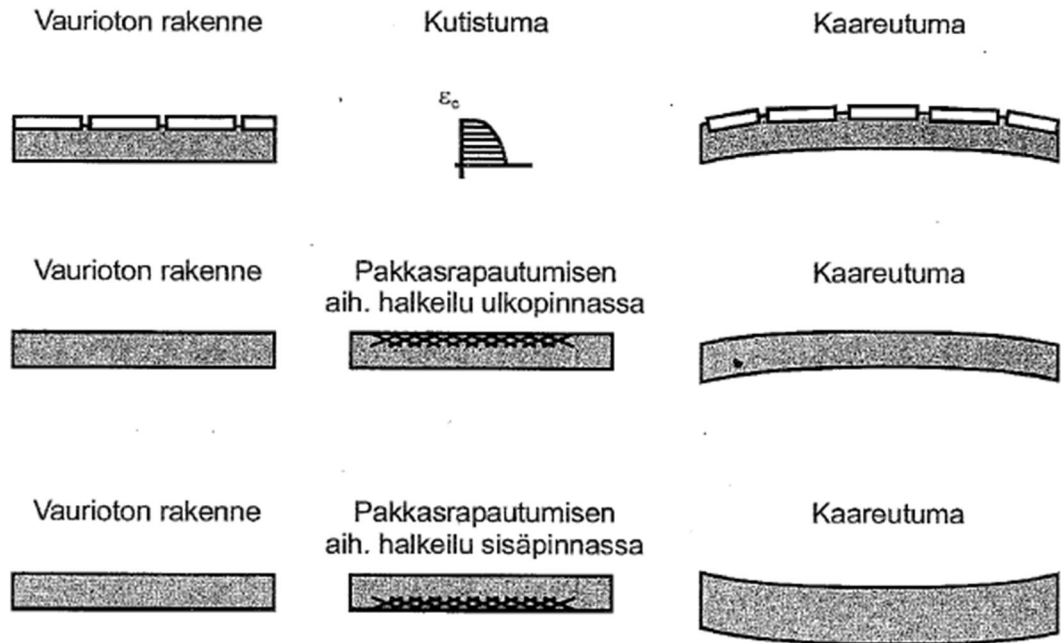
Pintakäsittelyjen turmeltumisilmiöistä betonijulkisivun maalipinnoitteen irtoaminen ja lohkeilu ovat tyypillisimpiä vaurioitumistapoja. Maalipinnoite ei koskaan ole ikuisen, eli pintakäsittelyn vaurioituminen tapahtuu ajan myötä hyväkuntoisessakin rakenteessa esimerkiksi auringonsäteilyn sekä kosteusrasituksen myötä, mutta mahdolliset rakenteen sisäiset turmeltumisilmiöt nopeuttavat pintakäsittelyn tartunnan heikkenemistä ja siten lyhentävät pinnoitteen käyttöikää. Myös mahdolliset pinnoi-

tuksen aikaiset työvirheet, kuten pintaan jääneet epäpuhtaudet ja kosteus, heikentävät pinnoitteen kestävyyttä. Pinnoitteen vauriot ovat useimmiten vain esteettisiä, mutta kosteusteknisesti toimiva pinnoite kuitenkin suojaa rakennetta ja hidastaa rakenteen sisäisiä vaurioita sekä kosteusrasitusta, eli vaurioitunut pinnoite tulisi pyrkiä mahdollisimman nopeasti korjaamaan esimerkiksi huoltomaalauksella vaurioiden ilmettyä. (By42 2013, 45.)

6.1.6 Betonin halkeilut ja muodonmuutokset

Betonirakenteen halkeilu voi johtua rakenteen kutistumisista, ulkoisista kuormituksista, tukien siirtymistä, lämpötilan muutoksista sekä jo tarkemmin käsitellyistä rapautumisista ja raudotteiden korroosiosta. Halkeamien haitat riippuvat paljolti halkeamien koosta, sillä pienet pintahalkeamat aiheuttavat ainoastaan esteettistä haittaa, mutta leveät ja syvälle ulottuvat halkeamat voivat johtaa rakenteen rasitustason nousemiseen, jos kosteus sekä betonille haitalliset aineet kuten kloridit ja hiilidioksidi, pääsevät tunkeutumaan rakenteeseen sisälle. (By42 2013, 45.)

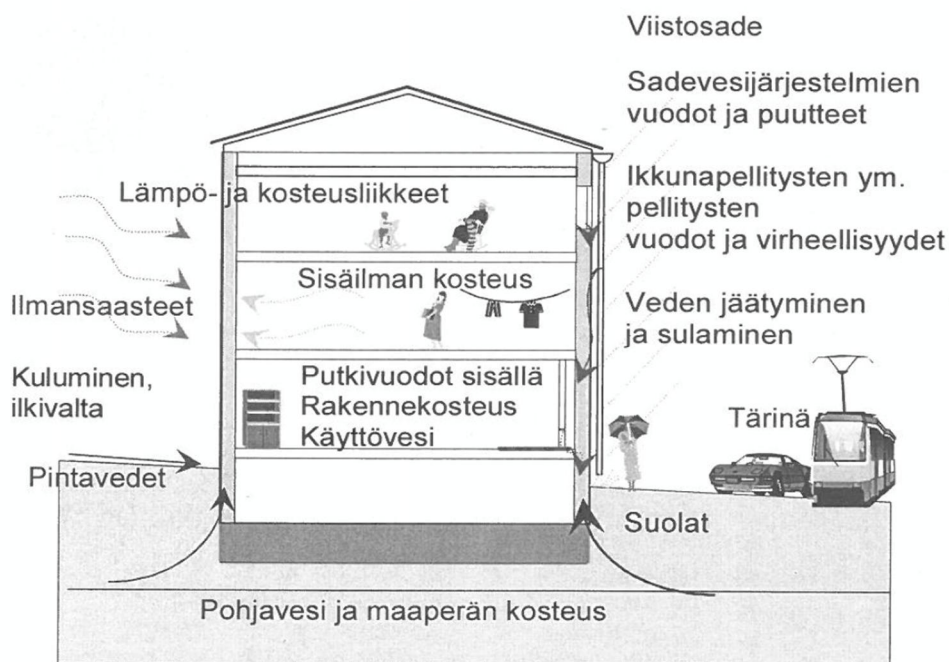
Elementin ulkokuoret ovat alttiina muodonmuutoksille, kuten kaareutumiselle. Kaareutumisen syynä ovat levyn paksuussuuntaiset muodonmuutoserot ja kaareutumiseen vaikuttaa myös elementin koko sekä kiinnitystapa. Sandwich-elementtien ulkokuori on kiinnitetty runkoon kaareutumista rajoittavilla ansailla, kun taas esimerkiksi kuorielementeissä kaareutuminen tapahtuu vapaammin ja muodonmuutokset ovat tapahtuessaan suurempia. Kaareutumista esiintyy erityisesti ulkokuoreltaan kaksikerroksisissa rakenteissa, kuten tiili- ja klinkkerilaattapintaisissa rakenteissa sekä pesu-betonielementeissä, joiden kutistumisominaisuudet eroavat taustabetonin muodonmuutosominaisuuksista. (By42 2013, 46-47.)



Kuvio 20. Periaatekuvia elementtien erilaisista kaareutumismekanismeista (By42 2013, 46.)

6.2 Rapatut julkisivut

Rapatun julkisivun vaurioituminen on suurelta osin säärasituksen aiheuttamaa, mutta myös erilaiset suolat, ilman sisältämät epäpuhtaudet sekä mekaaniset rasitukset aiheuttavat vaurioita rapattuihin julkisivuihin. Vaurioituminen voi olla joko hidasta tai hyvinkin nopeaa, riippuen käytettyjen materiaalien ja rappaustyön laadusta sekä toteutettujen rakennusratkaisujen toimivuudesta. Rakenteeseen kohdistuvat rasitukset saattavat käynnistää julkisivurakenteessa useita samanaikaisia turmeltumislmiöitä, ja vaurioituminen tapahtuu usein monien eri turmeltumislmiöiden yhteisvaikutuksesta. (By46 2005, 78.)



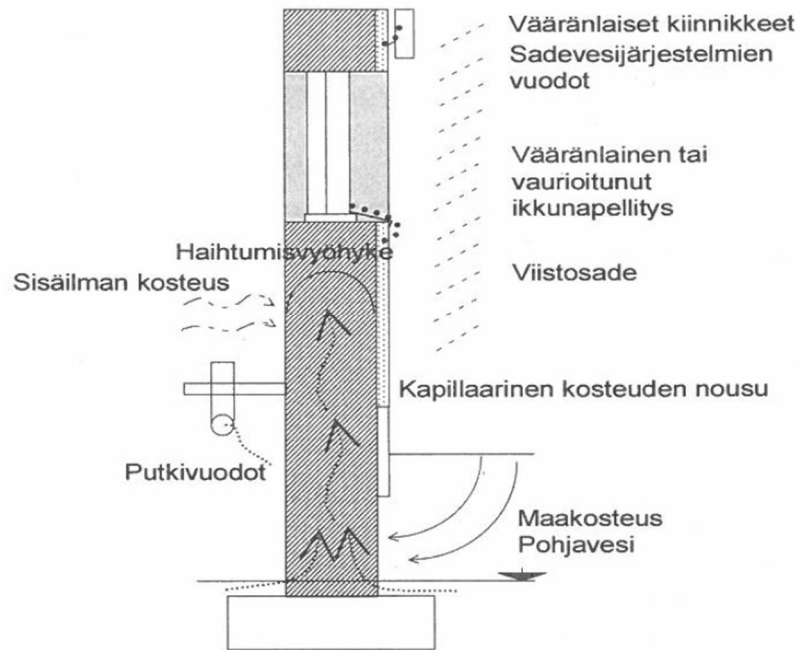
Kuvio 21. Julkisivuun kohdistuvia rasituksia (By44 1998, 13.)

Rapatun julkisivun vaurioitumisastetta ja korjaustarvetta saadaan parhaiten selville julkisivun kuntotutkimuksella. Kuntotutkimuksessa pyritään selvittämään, kuinka pitkälle julkisivun vaurioituminen on edennyt. Vauriot voivat olla pelkästään pinnoitekerroksessa, ulottua täyttörappauksiin tai pahimmillaan jopa alustarakenteeseen asti. Kuntotutkimuksessa tulisi kiinnittää huomioita erityisesti seuraaviin asioihin:

- alustarakenne
- alustarakenteen vauriot
- rappauksen tyyppi, lujuus sekä vauriot
- rappauksen kiinnitys alustarakenteeseen
- muodonmuutokset ja halkeilu
- pinnoitteet
- kostustekninen toimivuus
- lämmöneristys
- koristeosien kunto ja niiden kiinnitykset. (By44 1998, 18.)

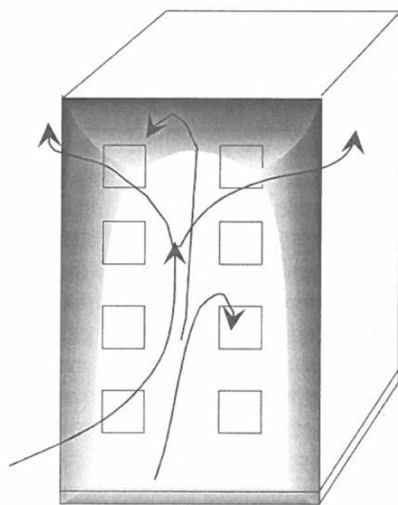
6.2.1 Kosteusrasituksesta aiheutuvat vauriot

Suuressa osassa tapauksista rapattujen pintojen vaurioiden aiheuttajana on kosteus. Kosteuslähteitä rapatulle julkisivulle ovat mm. viistosade, sadevesijärjestelmien vuodot, maakosteus sekä sisätiloista tuleva kosteusrasitus. Näistä rapattua pintaa rasittaa yleisesti eniten rasittaa viistosade. (By44 1998, 20-21.)



Kuvio 22. Rapattuun seinään kohdistuvat kosteusrasitukset (By44 1998, 20.)

Sadeveden aiheuttamat rasitukset tulevat yleensä aina samoista suunnista tuulen vaikutusten vuoksi, jolloin rasitukset eivät jakaudu tasaisesti rakennuksen kaikille sivuille, vaan joku julkisivuista on monesti huomattavasti kovemman saderasituksen alaisena kuin muut sivut. Rakennuksen julkisivuun kohdistuva viistosade jakautuu ilmavirtausten vuoksi epätasaisesti julkisivulle, eli keskelle kohdistuneen viistosateen määrä on pienempi kuin yläosissa ja nurkissa. (By44 1998, 21.)



Kuvio 23. Viistosaderasituksen kohdistuminen julkisivulle (By44 1998, 21.)

Viistosateiden lisäksi muita merkittäviä kosteusrasituksen aiheuttajia rappauspinnoille ovat sadevesijärjestelmien vuodot, jotka aiheutuvat joko puutteellisesti toimivista tai säärasitukselle väärin mitoitetuista pellityksistä, sadevesikouruista ja syöksytorvista. Myös maakosteus aiheuttaa rappausrakenteille rasitusta veden kapillaarisen nousun, seinänvierustoiden vääränlaisten pihakallistusten tai toimimattomien salaojitusten vaikutuksesta. Vesi ei pääse poistumaan, joten se imeytyy perustusrakenteiden kautta seinärakenteeseen. (By44 1998, 22-23.)

Erityisen haitallista rapatuille pinnoille kosteusrasitukset ovat talvisin, kun rakenteeseen kertynyt vesi jäätyy, aiheuttaen pakkasrapautumista. Rappauspintaan kohdistuvan kosteusrasituksen myötä vesi voi myös liottaa pois rappauksen ainesosia ja heikentää rappausrakenteiden lujuutta sekä tartuntaa. (By44 1998, 20.)

Voimakkaan säärasituksen alueilla, kuten rannikkoalueet ja peltoaukeat, suositellaan käytettävän koviin sääolosuhteisiin soveltuvia rappausmateriaaleja mahdollisimman kestävänsä lopputuloksen saamiseksi. Rakenteeseen pääsevää kosteutta on myös mahdollonta estää kokonaan, mutta oikeanlaisilla materiaalivalinnoilla voidaan pitää huolta rakenteen kuivumisesta veden sinne päästyä. Rappausmateriaalien tulee olla vesihöyryä läpäiseviä rakenteita, jotta rakenteeseen kulkeutunut kosteus pääsee esteettömästi kuivumaan vaurioittamatta rakenteita. (By44 1998, 18-19.)

6.2.2 Suolarapautuminen

Rapatuissa rakenteissa esiintyvät suolat ovat peräisin mm. laasteista, tiilistä, katujen suolauksesta, maaperästä sekä merivedestä. Rakenteissa esiintyviä suoloja ovat natriumkarbonaatit, alkalinitraatit ja -kloridit. Vesiliukoiset suolat pääsevät liikkumaan rakenteiden sisällä veden mukana kapillaaristen voimien vaikutuksesta, ja suolojen aiheuttamia vaurioita esiintyy kohdissa, joissa vesi haihtuu. (By44 1998, 27.)

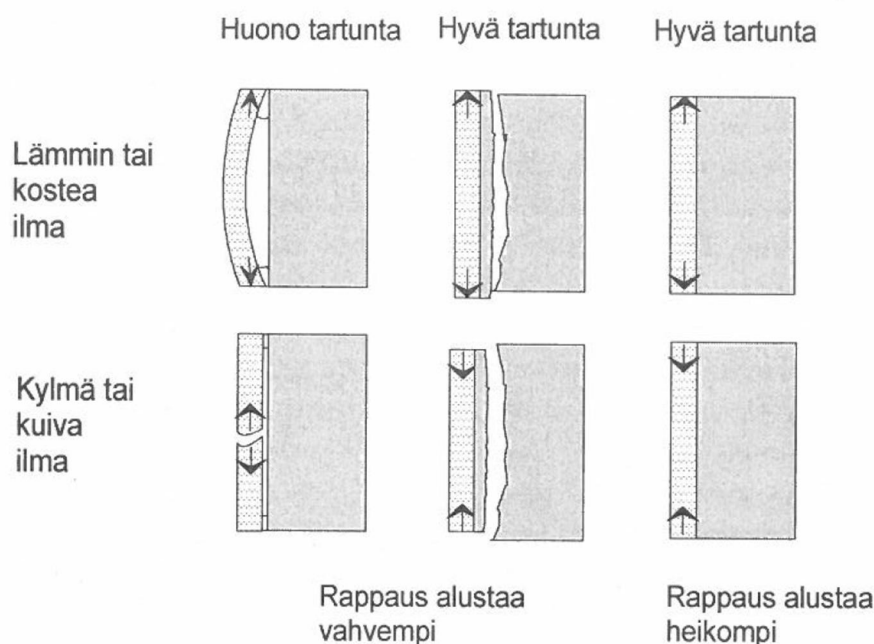
Mikäli suoloja kiteytyy rapatun rakenteen pintaan usein, on se merkki runsaasta kosteudesta rakenteessa. Rappauksen pintaan härmistyvä tai saostuva suola on lähinnä esteettinen ongelma, mutta jatkuvasti toistuessaan voi aiheuttaa rappauksen pintaan suolarapautumista. Suolojen kiteytymistä voi tapahtua myös rakenteen sisällä, ja tiiviin pintakerroksen alle kiteytyessään voi irrottaa rappauksen tartunnan alustastaan, aiheuttaen pinnan vaurioitumista. (By44 1998, 27.)

6.2.3 Muodonmuutoksista ja jännityksistä aiheutuva halkeilu

Rappauksen turmeltuminen johtuu monissa tapauksissa myös materiaalivalinnoissa tehdyistä virheistä. Rappaustyössä on voitu käyttää toistensa kanssa yhteensopimattomia rappausmateriaaleja, jossa materiaalien muodonmuutosominaisuudet eroavat toisistaan liikaa, aiheuttaen rakenteeseen kohdistuu puristus-, veto- ja leikkausjännityksiä. Jännityksiä rakenteeseen aiheutuu lämpö- ja kosteusliikkeiden, kuivumis- ja kovettumiskutistumien, liikenteestä aiheutuvan tärinän sekä rakennuksen perustusten liikkeiden vaikutuksista. (By44 1998, 27-28.)

Muodonmuutokset aiheuttavat rappaukseen murtumia tai tartuntojen pettämistä. Rappausalustan ja pintakerroksen muodonmuutosominaisuudet sekä rappauslaastin tartuntalujuus vaikuttavat siihen, esiintyykö vauriot alustassa vai rappauskerroksessa, vai pettääkö rakenteiden välinen tartunta. (By44 1998, 27-28.)

Lämpöliikkeistä aiheutuvat rappauksen muodonmuutokset johtuvat voimakkaista lämpötilanvaihteluista kuuman auringonpaisteen tai kylmän pakkasen johdosta. Suurin lämpörasitus kohdistuu rakenteen pintakerrokseen, ja lämpöliikkeen seurauksena rakenteeseen kohdistuu leikkausjännityksiä. Mikäli rappauskerrosten muodonmuutosominaisuudet eroavat toisistaan merkittävästi, voi rappauskerroksen ja alustan tartuntaan tulla vaurioita tai tartunta voi pettää kokonaan. Rakenteen pinnassa voi myös esiintyä näkyvää halkeilua. (By44 1998, 28.)



Kuvio 24. Rappauksen ja alustarakenteen vauriomekanismeja lämpö- ja kosteusliikkeen vaikutuksista (By44 1998, 28.)

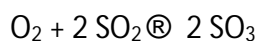
Kuivumis- ja kosteus kutistumat ovat seurausta laastiveden haihtumisesta tai imeytymisestä alustarakenteeseen ja aiheuttavat laastiin mikrohalkeamia. Eniten kutistuvia laastityypeistä ovat kalkkilaastit, ja pienimmät kutistumat esiintyvät sementtipohjaisissa laasteissa. Kovettumiskutistumat puolestaan aiheutuu, kun laastivettä sitoutuu Ca-Si -geeliin. Lujat sementtilaastit voivat pahimmillaan vaurioittaa alustaa kuivumiskutistuman seurauksena. (By44 1998, 28.)

Myös liikenteen aiheuttamasta tärinästä, rakennuksen lähistöllä suoritettavista räjäytystöistä, tai rakennuksen perustusten liikkeistä esimerkiksi roudan ja painumien vaikutuksista voi aiheutua rapattuun julkisivuun muodonmuutosvaurioita. (By44 1998, 28.)

6.2.4 Muut rasitukset

Muita rasituksia rapatuille julkisivuilla kohdistuu mm. ilman sisältämien epäpuhtauksien, auringon UV-säteilyn sekä ulkoisten törmäys- ja iskukuormien vaikutuksista.

Ilmassa olevat saasteet ja hiilidioksidi aiheuttavat rappausmateriaaleissa kemiallisia reaktioita, jotka rapauttavat rakenteita. Ilmaan polttoöljyjen palamisesta pääsevä rikidioksidi aiheuttaa varsinkin kalkkipitoisissa materiaaleissa rapautumista, kun rikidioksidi SO_2 muuttuu hapen ja veden vaikutuksesta rikkihapoksi H_2SO_4 .



Kalkkipohjaisten laastien kanssa reagoidessaan tämä rikkihappo muuttaa laastissa olevan kalkin osittain kipsiksi. Ilman muista epäpuhtauksista esimerkiksi rautaoksidit puolestaan rikkiyhdisteiden kanssa reagoidessaan aiheuttavat rapattujen rakenteiden pintaan värimuutoksia sekä paisumisilmiöitä. (By44 1998, 29.)

Myös auringon ultraviolettisäteily aiheuttaa ajan kanssa rapatun rakenteen pintakäsittelyyn muutoksia, kun orgaanisia sideaineita sisältävät pinnoitteet reagoivat UV- ja infrapunasäteilyjen kanssa. Näillä reaktioilla on vaikutusta lähinnä rakenteen ulkonäköön ja tuloksena on haalistuneen näköinen rappaus, mutta varsinaisia rakenteellisia vaurioita ei auringonsäteilyn seurauksena synny. (By44 1998, 19.)

Rappauspinnat ovat myös erityisen alttiita törmäys- ja iskukuormille varsinkin rakennuksen alaosissa sekä kulkuväylien läheisyydessä olevilla seinänosilla. Rasitusta tulee esimerkiksi jalankulkijoista, puhtaanapitotoimista sekä muista satunnaisista törmäyksistä. Iskujen seurauksena rappauspintaan voi tulla halkeilua tai rappauksesta voi irrota palasia. (JUKO Ohjeistokansio.)

6.2.5 Työtekniset virheet

Myös vääränlaiset työmenetelmät tai -olosuhteet saattavat vaikuttaa heikentävästi rapatun julkisivun toimintaan. Rappauustyö voi olla tehty esimerkiksi liian myöhään syksyllä vääränlaisissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa, tai työssä on käytetty rappausalustaan nähden lujuusominaisuuksiltaan vääränlaista rappausa. Myös rappaus-ten korjaustöissä valittu rappaustyyppi voi olla vääränlainen, ja aiheuttaa vaurioita rakenteisiin. (By44 1998, 19.)

Lisäksi sadevesijärjestelmien, pellitysten ja muiden rakenneliittymien detaljeissa voi olla toimivuuspuutteita, jotka johtavat kosteuden pääsyn seinärakenteeseen tai estävät rappauksen muodonmuutosliikkeitä. (By44 1998, 19-20.)

7 Julkisivujen korjaustapavaihtoehdot

7.1 Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset

7.1.1 Betonijulkisivun pinnoitteen uusiminen

Julkisivupinnoitteita uusimalla saadaan muun muassa vähennettyä rakenteeseen kohdistuvia rasituksia, sekä parannettua julkisivun ulkonäköä. Pinnoitekorjaus voidaan toteuttaa joko huoltomaalaamalla, tai poistamalla ensin vanha pinnoite kokonaan ennen uutta pinnoitusta. (By42 2013, 50-51.)

Huoltomaalauksella tarkoitetaan rakenteen julkisivun pintakäsittelyn uusimista vanhan pinnoitteen päälle maalaamalla ja mahdollisia vähäisiä laastipaikkauksia niiltä osin, kun vanhassa pinnoitteessa esiintyy näkyviä vaurioita. Uudella maalipinnoitteella saadaan aikaan rakenteen kosteusrasituksen vähenemistä ja rakenteen sisällä etenevä korroosiovaurioituminen hidastuu. Korjauksella saavutettavaa julkisivun käyttöiän lisääntymistä on kuitenkin hankala arvioida, sillä se riippuu paljon siitä, kuinka pitkälle rakenteen vaurioituminen on jo ennen pinnoitustyötä edennyt ja toteutettavan korjaustyön sekä käytettävien pinnoitustuotteiden laadusta. (JUKO Ohjeistokansio.)

Korjaustoimenpiteenä huoltomaalaus on sekä nopea että kustannuksiltaan edullinen verrattuna raskaampiin korjauksiin, mutta huoltomaalauksella saadaan paikattua ainoastaan näkyvät vauriot ja rakenteessa piilevät rapautuma- sekä korroosiovauriot jäävät edelleen uuden pinnoitteen alle. Julkisivun huoltomaalauksen yhteydessä on aina selvitettävä uuden pinnoitteen alle jäävän olevan pinnoitteen tyyppi ja valita uusi maalipinnoite mm. tiiviys- ja tartuntaominaisuuksiltaan vanhan kanssa yhteensopivaksi. Huoltomaalauksia suositellaan tehtäväksi useimmissa tapauksissa vain yhden kerran, mutta joissakin tapauksissa myös toinen huoltomaalaukset voi tulla kyseeseen. (JUKO Ohjeistokansio.)

Pinnoituskorjaus voidaan tehdä myös poistamalla vanha pinnoite kokonaan ennen uutta pinnoitusta. Tällöin rakenteen vaurioitumisaste paljastuu selvemmin kuin vanhan pinnoitteen päälle huoltomaalaamalla, ja vauriot tulevat siten myös hieman laajemmin korjatuksi. Oleva pinnoite poistetaan ensin kokonaan esimerkiksi vesihiekkapuhaltamalla ja ennen uutta pinnoitusta voidaan korjata alkavia korroosiovaurioita kevyillä laastipaikkauksilla. Vanhan maalipinnoitteen poistamisessa on kuitenkin huomioitava pinnoitteen mahdollinen asbestipitoisuus. (JUKO Ohjeistokansio.)

Huoltomaalaus ja pinnoituksen kokonaan uusiminen ovat perusteltavissa olevia vaihtoehtoja julkisivuun, jonka rasiustasoa on saatava alemmaksi ja ulkonäköä parannettua, mutta joka on kuitenkin suurimmaksi osaksi rakenteellisesti hyvässä kunnossa eikä laajoja vaurioita ole odotettavissa lähivuosina. Pinnoitekorjaus voi tulla kyseeseen myös silloin, kun haetaan huonokuntoiselle julkisivulle halpaa korjaustapaa lyhyellä elinkaarella, jolla ainoastaan lykätään raskaampia korjaustoimenpiteitä joillakin vuosilla eteenpäin ja saadaan esimerkiksi ajoitettua perusteellinen julkisivukorjaus samanaikaiseksi muiden laajojen korjausten kanssa. (By42 2013, 50-51.)

7.1.2 Betonijulkisivun perusteelliset laastipaikkaus- ja pinnoituskorjaukset

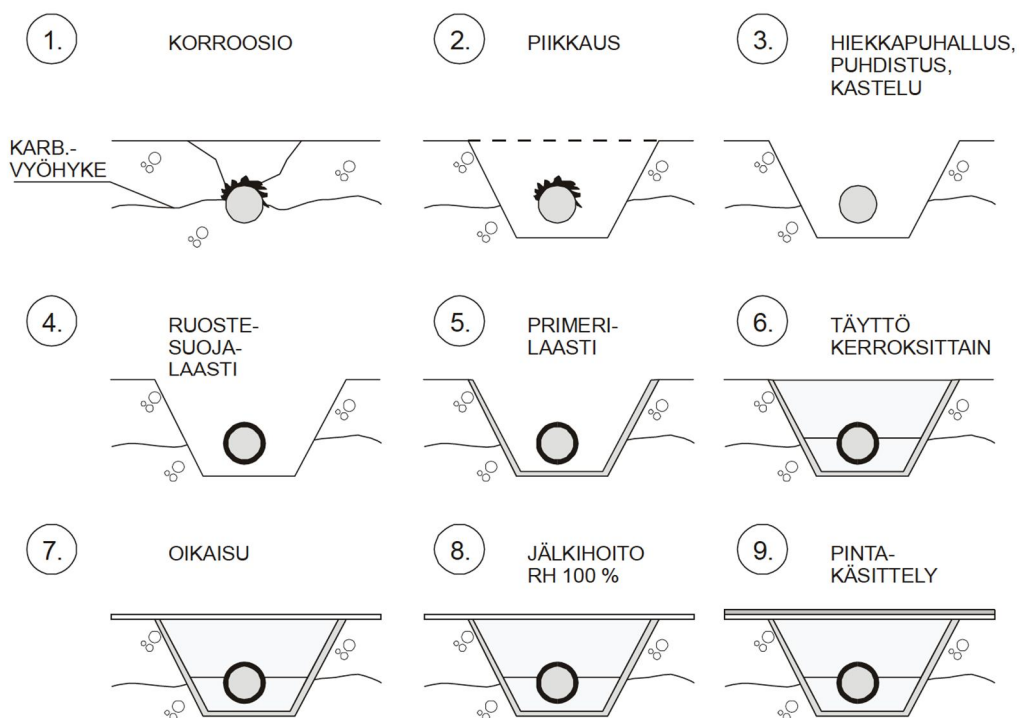
Perusteellisessa paikkaus- ja pinnoituskorjauksessa betonirakenteessa esiintyviä paikallisia korroosio- ja rapautumavaurioita sekä kolhuja korjataan näkyvien osien lisäksi myös sellaisista kohdista, joissa vaurioituminen ei ole vielä edennyt näkyväksi. (By42 2013, 52-53; JUKO Ohjeistokansio.)

Vanha pinnoite poistetaan kokonaan esimerkiksi vesihiekkapuhaltamalla, jonka jälkeen suoritetaan tarvittavat paikkaustyöt ja lopuksi valmis betonipinta pinnoitetaan uudelleen. (By42 2013, 52-53; JUKO Ohjeistokansio.)

Korjaustyö vaatii tarkkaa suunnittelua, sillä korjattavista kohdista tulee tehdä ennakkokartoitus, jossa pyritään selvittämään, kuinka pitkälle korroosiovaurio on jo edennyt sekä esimerkiksi peitepaksuusmittaria käyttäen myös mihin kohtiin korroosiovaurioita on tulevaisuudessa odotettavissa. Myös korroosiotilaan edenneet teräkset, jotka eivät vaikuta rakenteen lujuuteen tai kiinnityksiin, pyritään yleensä korjausten yhteydessä poistamaan. Korjaustyön onnistumisen kannalta on todella tärkeää, että

rakenteen kuntotutkimus on tehty perusteellisesti ja lähelle pintaa ei jätetä vaurioituneita teräksiä, sillä ne lyhentävät korjauksella saavutettavaa rakenteen käyttöikää. (By42 2013, 52-53; JUKO Ohjeistokansio.)

Kerättyjen tietojen perusteella rakennesuunnittelija määrittelee paikkausten ra-
jasyvyyden. Työvaiheessa korroosioaurioituneet teräkset piikataan esiin valitulta ra-
jasyvyydeltä, puhdistetaan ja suojataan ruostesuojalaastilla, jonka jälkeen paikatun
teräksen kohta paikataan täyttölaastilla. Betonipinnat ylitasoitetaan vaurioitumista
hidastavalla suojalaastilla ja lopulta pinta jälkikäsitellään sellaiseksi, että paikkauk-
sista jää valmiiseen julkisivupintaan mahdollisimman vähän jälkiä. (By42 2013, 52-53;
JUKO Ohjeistokansio.)



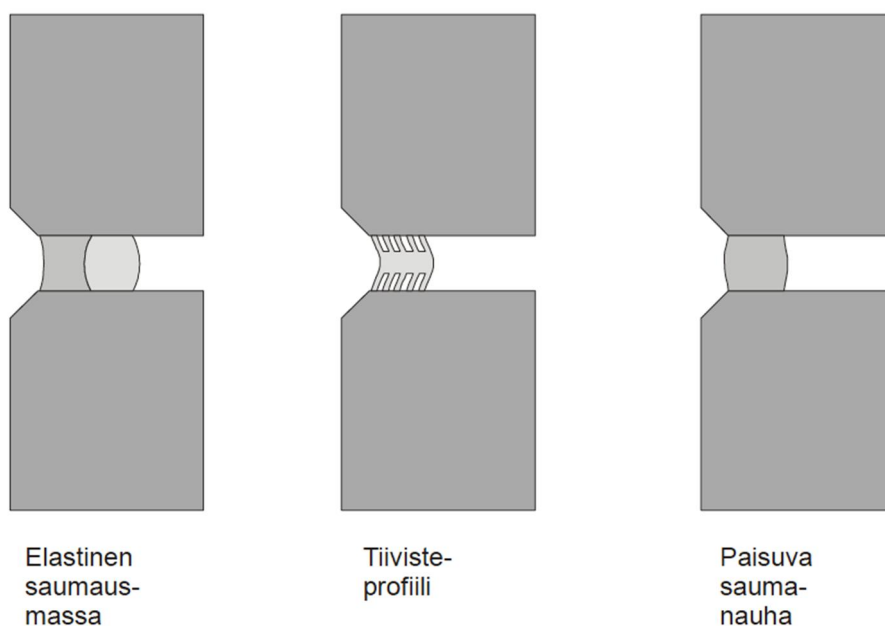
Kuvio 25. Paikkauskorjauksen vaiheet (By42 2013, 52.)

Perusteellinen paikkaus- ja pinnoituskorjaus on kevyistä, vanhan rakenteen säilyttä-
vistä korjausmenetelmistä raskain ja pisimmän käyttöiän korjatulle rakenteelle an-
tava vaihtoehto. Huolellisesti tehtynä rakenteesta tulee kosteusteknisesti toimiva ja
uusi pinnoite vähentää rakenteeseen kohdistuvaa kosteusrasitusta. Pinnoite myös hi-
dastaa tehokkaasti betonin karbonatisoitumista ja siten myös terästen korroosiota.

Sitä suositellaan käytettäväksi tapauksissa, joissa korjatulta rakenteelta halutaan kohtalaista varmuutta, rakennuksen vanha ulkonäkö kuitenkin säilyttäen. Perusteellinen paikkauskorjaus soveltuu parhaiten käytettäväksi julkisivuihin, jonka vaurioitumisaste on edelleen kohtuullisen vähäinen tai vauriot ovat vasta alkamaisillaan. Mikäli paikattavaa on kuitenkin jo paljon, saattaa korjaus tulla kustannuksiltaan kalliiksi ja muita korjausvaihtoehtoja kannattaa silloin miettiä. (By42 2013, 52-53; JUKO Ohjeistokansio.)

7.1.3 Elementtisaumausten uusiminen

Usein julkisivukorjausten tai esimerkiksi pesubetonipintaisten julkisivurakenteiden huoltotoimenpiteiden yhteydessä ajankohtaiseksi tulee myös julkisivusaumojen uusiminen. Saumatyypeistä yleisin on elastisella saumamassalla tiivistetty sauma, mutta myös muita harvemmin esiintyviä saumausvaihtoehtoja on, kuten tiivisteprofiilinauhat ja paisuvat saumanauhat. (JUKO Ohjeistokansio.)



Kuvio 26. Havainnollistava kuva elementtisaumausten eri vaihtoehtoista (JUKO Ohjeistokansio).

Julkisivusaumausten vauriot saattavat aiheuttaa rakenteeseen vesi- ja kosteusvaurioita, pinnoitteiden vaurioitumista joko ulkona tai sisällä, lämmöneristyskyvyn huononemista sekä rakennuksen ulkonäön heikkenemistä. (RT 82-10980:2009, 6-7.)

Julkisivusaumojen tekninen käyttöikä on yleensä noin 15-20 vuotta riippuen rakennuksen sijainnista, mutta myös saumaustyön laatu vaikuttaa toteutuvaan käyttöikään. Saumausten kuntoa tulisi tarkastella noin viiden vuoden välein ja korjaustoimenpiteisiin ryhtyä, kun saumoissa alkaa esiintyä halkeilua, kovettumia ja haurastumia tai saumaukset alkavat irtoilla saumattavista pinnoista. (RT 82-10980:2009, 6-7.)

Saumausten korjaustoimenpiteenä ei koskaan saa käyttää päällesaumausta, vaan sauma on aina purettava vaurioituneelta kohdalta ja uusittava kokonaan. Yleensä saumauskorjauksena suositellaan koko rakennuksen kaikkien saumojen uusimista yhdellä kerralla ja saumausten paikallista korjaamista ainoastaan vaurioituneilta osin tulisi välttää, mutta tätäkin vaihtoehtoa voidaan harkita, mikäli vaurioitumisaste koskee alle 30% saumoista ja muita korjaustoimenpiteitä ei julkisivulle ole tarkoituksena tehdä. (RT 82-10980:2009, 6-7.)

Saumauksia uusittaessa tulee aina selvittää ennen purkutöitä vanhojen saumamassojen sisältämät haitta-aineet, kuten PCB- ja lyijy-yhdisteet sekä pinnoitteiden mahdollisesti sisältämä asbesti. (RT 82-10980:2009, 6-7.)

7.1.4 Rapatun julkisivun paikkaus- ja pinnoituskorjaukset

Rapatun julkisivun paikkaus- ja pinnoituskorjauksella tarkoitetaan rappauspinnan uusimista vaurioituneilta alueilta. Rapatun pinnan pinnoituskorjauksen syynä on useimmissa tapauksissa kosteusteknisesti huonosti toimivat detaljit tai suojaavien pellitysten vaurioituminen / puuttuminen. Rapatun julkisivun paikkauskorjauksen käyttöikä riippuu siitä, kuinka tehokkaasti kosteustekniset toimivuuspuutteet saadaan korjattua sekä kuinka onnistuneesti julkisivun kosteusrasitustasoa saadaan alennettua suojaavilla pellityksillä ja vedenpoistojärjestelmän parannuksilla. (By46 2005, 90.)

Paikkauskorjauksen yhteydessä paikattavan alueen rajaukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä uusitun rappauspinnan raja on helposti nähtävissä ja tavoitteena on jättää korjattuun rakenteeseen mahdollisimman vähän ulkonäköhaittoja.

Huonosti rajattuna vanhan ja uuden rappauksen rajapinnassa voi myös esiintyä halkeilua. Uutta pinnoitetta ei saa tehdä vanhan täyttörappauksen päälle, vaan rappaukset on vaurioituneilta kohdilta poistettava aina alustaan asti ja alusta puhdistettava huolellisesti ennen uuden pinnoitteen asentamista. (By46 2005, 91.)

Rapatun julkisivun paikkauskorjaus soveltuu käytettäväksi kohteissa, joissa vaurioituminen on paikallisesti pitkälle edennyttä, mutta vauriot eivät välttämättä vielä ole riittävän laajoja perusteellisemmille korjaustoimenpiteille. Erityisesti vanhoissa koristeellisissa julkisivuissa vanhan pinnan osittain säilyttävä pinnoituskorjaus on hyvä vaihtoehto paikallisten vaurioiden korjaamiseen, sillä koristeellisten rappauspintojen uusiminen kokonaan on kallista. (By46 2005, 91.)

Hyvän kosteusteknisen toiminnan ja riittävän lujan tartunnan varmistamiseksi uusintarappauksissa käytettävät rappausmateriaalit tulevat olla kohteen rasiustasolle sopivia sekä vanhan rakenteen kanssa keskenään yhteensopivia tuotteita. Mikäli vanhassa rakenteessa käytetyt tuotetyypit eivät ole tiedossa, tulee vanhan laastin koostumusta tutkia ennen korjauksia ja selvittää sen kanssa yhteensopiva tuote uudelle rappauspinnalle. (JUKO Ohjeistokansio.)

Ennen korjauksiin ryhtymistä tulee selvittää pinnoitteiden mahdollisesti sisältämät asbestipitoisuudet. Mikäli asbestia pinnoitteista löytyy, tulee vanhojen rappauksen purkutyöt suorittaa luvanvaraisena asbestityönä, eli julkisivu tulee vähintään huputtaa ja aukot tiivistää, etteivät asbestikuidut pääse leviämään rakennuksen sisätiloihin. (JUKO Ohjeistokansio.)

7.2 Vanhan rakenteen peittävät verhouskorjaukset

Peittävällä verhouskorjauksella tarkoitetaan korjausta, joka perustuu vanhan julkisivupinnan peittämiseen uudella pintarakenteella. Verhouskorjaukset soveltuvat julkisivuihin, joissa vaurioituminen on jo pitkälle edennyttä, mutta uusi rakenne pystytään kuitenkin vanhaan ulkokuoreen vielä riittävällä varmuudella kiinnittämään. Korjaustöiden yhteydessä vaurioituneita kohtia ei ole tarpeen poistaa tai paikata, vaan ne jäävät uuden rakennekerroksen alle, mutta uusi pintarakenne tulee tehdä sellaiseksi, ettei sadevesi pääse enää vanhan rakenteen pinnalle. Peittävät korjaukset

soveltuvat käytettäväksi usein siinä vaiheessa, kun vanhan julkisivurakenteen vaurioaste on edennyt niin laajaksi, etteivät paikkauskorjaukset ole enää teknisesti mahdollisia tai tulevat kustannuksiltaan liian kalliiksi. (JUKO Ohjeistokansio.)

Oikein tehtynä uudella pintarakenteella saadaan aikaan huomattavaa vähennystä rakenteen kosteusrasituksessa, joka pysäyttää vanhan rakenteen rapautumisen ja hidastaa myös betonin raudoitusten korroosion häviävän pieneksi. Peittävän korjauksen yhteydessä tulee lähes aina tarpeelliseksi myös ulkoseinärakenteen lisälämmöneristys vanhan rakenteen ulkopuolelta käsin. Lisälämmöneristetyssä rakenteessa myös vanhan rakenteen pakkasrapautuminen pysähtyy, koska lisäeristyksen ansiosta vanha rakenne ei enää kylmissäkään olosuhteissa pääse jäätymään. (JUKO Ohjeistokansio.)

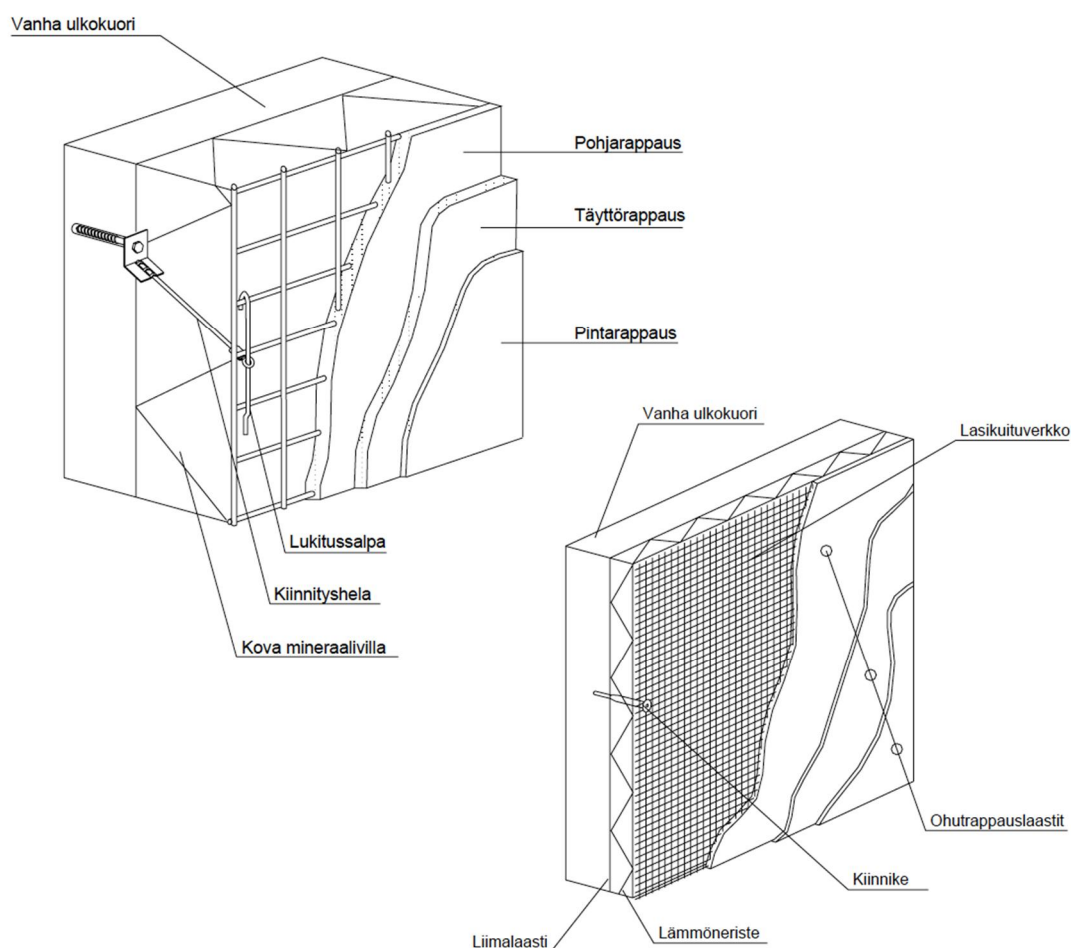
Vaikka lisäeristyksen pääasiallisena tavoitteena on siis saada rakenne toimimaan rakennusfysikaalisesti oikein ja pysäyttää, tai ainakin merkittävästi hidastaa, uuden lämmöneristeen alle jäävän rakenteen vaurioitumista, merkittävää hyötyä lisäeristyksessä saavutetaan myös rakennuksen energiatalouden sekä asukkaiden viihtyvyyden paranemisena, kun lämmityskustannuksissa säästetään ja rakennuksessa vallitseva kylmä vedontunne vähenee. Aiemmin korjausrakentamisessa rakenteen tuli täyttää ainoastaan rakennusaikaiset lämmöneristävyysmääräykset, mutta vuonna 2013 voimaan astuneen Ympäristöministeriön asetuksen 4/13 mukaan rakennus- tai toimenpideluvanvaraisissa julkisivukorjaustoissa vaaditaan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista joko lisäeristämällä tai muilla tavoin, mutta julkisivukorjauksessa helpoin tapa siihen on rakennuksen ulkovaipan lisälämmöneristäminen. Asetuksen rakenneosakohtaiset vaatimukset ulkoseinien lisäeristystä käyttämällä edellytetään, että korjatun rakenteen lämmönläpäisykerrointa pienennetään vähintään *vanha U-arvo* $\times 0,50$ mukaiseksi, eli lisäeristys täytyy mitoittaa vaatimukset täyttävästi. (JUKO Ohjeistokansio, YM 4/2013.)

Verhouskorjauksia suunnitellessa myös rakennusakustiset tekijät voidaan ottaa huomioon, ja oikeanlaisella rakenneratkaisulla vähentää merkittävästä huoneistoihin kantautuvia äänitasoja, joka parantaa asumisen laatua. Mikäli akustiikkaa ei kuitenkaan oteta suunnitteluvaiheessa huomioon, voi mm. liikennemelun aiheuttama häiriö jopa lisääntyä rakennuksessa. (By42 2013, 55; JUKO Ohjeistokansio.)

7.2.1 Eristerappaus

Eristerappauksessa rakenteen vanhan rakenteen päälle asennetaan uusi lämmöneristekerros, joka toimii rappausalustana. Eristerappauksia toteutetaan joko kolmikerrosrappamalla tai ohutrappauksena. Molemmilla rappauslajeilla saadaan aikaiseksi tasainen, saumaton julkisivupinta.

Eristerappauksia voidaan tehdä joko betonirakenteen verhoavana korjauksena, tai vanhan rapatun julkisivun peittävänä korjauksena. Betonirakenteen eristerappauksissa sekä ohut- että myös kolmikerrosrappaukset ovat soveltuvia korjaustapoja, mutta rapautuneen julkisivurappauksen korjauksessa mielekkääksi vaihtoehdoksi voi jäädä ainoastaan kolmikerrosrappausjärjestelmä, jossa uusi lämmöneriste kiinnitetään mekaanisesti alustarakenteeseen. (JUKO Ohjeistokansio.)



Kuvio 27. Periaatekuvat kolmikerrosrappaus- (vas.) ja ohutrappaus-eristejärjestelmistä vanhan rakenteen päälle verhoamalla (JUKO Ohjeistokansio.)

Eristerappaukset ovat toiminnaltaan tuulettumattomia rakenteita, joten vanhan rakenteen päälle eristerappaamalla tehtävässä julkisivukorjauksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota, että rakenne pääsee esteettömästi kuivumaan rakenteeseen joutuneesta kosteudesta, sillä esimerkiksi vaurioitunut betonijulkisivu voi sisältää huomattavan määrän kosteutta, jonka tulee päästä poistumaan aiheuttamatta rakennuksen sisäpuolelle kosteushaittoja. Elastisten saumausten poistaminen vanhasta seinärakenteesta ennen uuden rakennekerroksen asentamista auttaa rakenteen sisäisen kosteuden poistumista. (By57 2011, 118.)

Ohutrappaus-eristejärjestelmässä rappauskerroksia on kaksi, joista alimmassa on lasikuituverkko. Rappausalustana toimii usein kova mineraalivilla tai joissain tapauksissa solumuovipohjainen lämmöneristelevy. Lämmöneristelevyt kiinnitetään alusrakenteeseen ensisijaisesti liimalaastilla ja kiinnitys varmistetaan mekaanisilla kiinnikkeillä. Ohutrappausjärjestelmää käytettäessä kuivumisen kannalta on tärkeää, että rakenteessa käytetyt liimalaastit, lämmöneristeet, verkotuslaasti sekä pinnoitteet ovat kaikki hyvin vesihöyryä läpäiseviä. Ohutrappaus-eristejärjestelmissä käytettävistä eristetyypeistä mineraalivilla on hyvin vesihöyryä läpäisevää, eli seinärakenteen kuivuminen on nopeaa, ja solumuovipohjaisessa eristeessä puolestaan kosteudenpoistosta huolehditaan eristelevyjen välisillä saumaraoilla, joiden kautta vesi pääsee valumaan alaspäin. Korjauksissa käytettävien eristetyyppien tulee olla rakennukselle asetetut palomääräykset täyttäviä. (By57 2011, 118.)

Ohutrappaus-eristejärjestelmissä vanhan julkisivupinnan tulee olla riittävän ehjä, luja ja tasainen, että lämmöneristekerroksen kiinnitys onnistuu riittävän luotettavasti. Ennen levyjen liimakiinnitystä vanhan rakenteen pinta tulee pestä painepesulla ja kaikki irtoava maali sekä lika poistettava. Vähäiset pakkasrapautuma- sekä korroosioauriot eivät vaadi toimenpiteitä niiltä osin, kun ne jäävät kokonaisuudessaan uuden rakennekerroksen alle. Laajat korroosioauriot voivat kuitenkin heikentää lämmöneristeiden liimauskiinnitystä, joten ne on paikattava ennen asennusta. (By57 2011, 120-121.)

Myös kolmikerrosrappaus-eristejärjestelmässä on oleellista, että käytetyt materiaalit lämmöneristeiden ja rappauslaastien osalta ovat vesihöyryä läpäiseviä rakenteita. Kolmikerrosrappauksissa rappausalustana on yleensä mineraalivilla, joka kiinnitetään vanhaan rakenteeseen mekaanisia kiinnikkeitä käyttäen. (By57 2011, 140.)

Rapatun julkisivun korjaus eristerappaamalla soveltuu korjaustavaksi julkisivuille, joissa on ennestään huono lämmöneristys ja sileä julkisivupinta. Tällaisissa vanhoissa rakennuksissa on yleensä seinärakenteena ohutta kevytsora- tai kevytbetoniharkkoa, joka on rapattu molemmilta puolin. Koristeellisesti tai roiskerapattujen julkisivujen korjaukseen eristerappaus ei sen sijaan sovellu, sillä eristeiden kiinnittäminen riittävän tiiviisti vanhaan koristeelliseen seinäpintaan on ongelmallista. (JUKO Ohjeistokansio.)

Kolmikerrosrappauksen yhteydessä lisälämmöneristysten myötä vanha rakenne ei enää pääse jäätymään ja korroosion eteneminen pysähtyy, eli vanhan julkisivun korrosioaurioita ei ole tarpeen paikata kuin ainoastaan mm. ikkunoiden pielissä, joihin lämmöneristystä ja uutta rappausta ei korjauksessa tule. Vähäiset pakkasrapautumat eivät myöskään vaadi toimenpiteitä, mikäli vanha rakenne on riittävän luja rappausalustana toimivan lämmöneristeen kiinnitykseen, mutta pitkälle rapautuneissa julkisivuissa eristerappausjärjestelmän soveltuvuutta verhoavana korjauksena tulee tarkastella tarkemmin. (By57 2011, 140-141.)

7.2.2 Levyverhoukset

Levyverhoukorkorjauksessa rakenteen uusi ulkopinta tehdään julkisivulevyjä tai -kasetteja käyttäen. Levyverhouksessa on erittäin monia toisistaan sekä ulkonäöltään, että myös ominaisuuksiltaan eroavia vaihtoehtoja, eli korjaustapa soveltuu monipuolisesti esimerkiksi arkkitehtuurisilta vaatimustasoiltaan tai rasitusolosuhteiltaan erilaisiin kohteisiin.

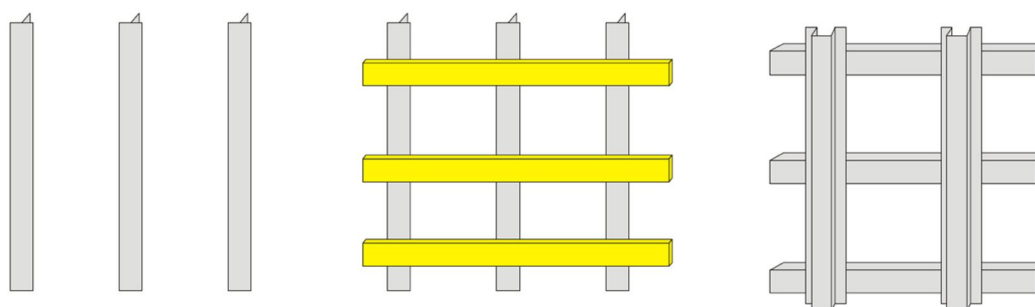
Levyverhoukorkorjauksessa pintavaihtoehtoja ovat mm. seuraavat:

- kuitusementtilevyt
- komposiittilevyt
- kalsiumsilikaattilevyt
- metallilevyt
- metallikasetit
- tiililaattapintaiset levyt
- keraamiset laatat ja levyt
- betonilaatat
- luonnonkivilevyt
- rapattavat levyt.

Levyverhousta tulee harkita korjaustavaksi kohteissa, joissa julkisivu on jo varsin pitkälle vaurioitunut ja paikkauskorjaus ei enää ole mahdollinen. Vaurioituneita kohtia

ei ole verhousskorjauksessa tarpeen poistaa, mutta vanhan ulkokuoren täytyy olla riittävän ehjä uuden rakenteen kiinnittämistä varten. Verhousskorjauksen yhteydessä suositellaan tehtäväksi myös ulkoseinästä ulkonevat räystäät, joilla julkisivun saderasitusta saadaan vähennettyä huomattavissa määrin. (JUKO Ohjeistokansio.)

Levyt asennetaan vanhan ulkokuoren pintaan rakennettavaan rankarakenteeseen, joka voi olla joko metalli- tai puurakenteinen, ja joissain rakennetyypeissä käytetään myös yhdistelmärakenteita, joissa sisempi ranka on terästä ja ulompi koolaus puuta (ks. kuva 28). Ranka kiinnitetään valitusta rakenneratkaisusta riippuen joko suoraan seinän vanhaan ulkokuoreen, tai ulkokuoren ja vanhan lämmöneristekerroksen läpi asennetuin kiinnikkein sandwich-elementin sisäkuoreen. Levyjen kiinnitystapoja puolestaan on monia ja käytettävästä tuotteesta riippuen levyt asennetaan rankaan ruuvi- tai niittikiinnityksellä, naulaamalla, liimaamalla tai kiinnitysrangassa oleviin konsoleihin ripustamalla. (JUKO Ohjeistokansio.)



Kuvio 28. Levyverhouksen erilaisia rankaratkaisuja (JUKO Ohjeistokansio.)

Jotta vanhan seinärakenteen vaurioituminen saadaan pysäytettyä ja ulkoseinän lämpöteknistä toimivuutta parannettua, tulee verhousskorjauksen yhteydessä käytännössä aina tarpeelliseksi myös seinän lisälämmöneristäminen. (JUKO Ohjeistokansio.)

Levyverhousrakenteissa uusi lämmöneriste sijoitetaan vanhan ulkokuoren pintaan tiiviillä kiinnityksellä mekaanisia kiinnikeitä käyttäen. Vanhan ulkopinnan ollessa epätasainen parhaaseen, eli tiiveimpään, lopputulokseen päästään käyttämällä kahta erilaista eristetyyppiä, joista alempi on helpommin alustan epätasaisiin muotoihin mukautuvaa pehmeä mineraalivillaa ja ulompi kerros kovaa mineraalivillaa, jossa voi olla

myös erillinen tuulensuojapinnoite. Käytettävien tuotteiden täytyy aina täyttää kohteelle asetetut palomääräykset. (JUKO Ohjeistokansio.)

Levyverhous on tyypiltään tuulettuva rakenne, eli levyn ja lämmöneristekerroksen väliin tulee jättää vähintään määräysten (RIL 107-2012) mukainen 20mm suuruinen tuuletusrako. Tuuletuksen toimivuudesta tulee huolehtia erityisen tarkasti vaakakoolausten sekä ikkuna- ja oviliitosten kohdalla. Tuuletusraossa on myös kiinnitettävä huomiota vuoto- ja kondenssivesien hallittuun poistoon, palomääräysten täyttämiseen riittäviä palokatkoja käyttäen ja tuuletuksen toimivuuteen myös palokattojen kohdilla. (JUKO Ohjeistokansio.)

7.3 Purkavat korjaukset

7.3.1 Betonijulkisivun purkava korjaus

Purkavalla korjauksella tarkoitetaan korjaustapaa, jossa betonirakenteen vanha ulkokuori sekä lämmöneristekerros puretaan kokonaan pois esimerkiksi koneellisesti piikkaamalla, ja korvataan uudella lämmöneristeellä ja pintaverhouksella. Purkavaa korjausta voi edellyttää rakenteen erittäin pitkälle edenneet vauriot, kuten betonin laaja pakkasrapautuminen, ulkokuoren kiinnityksen epävarmuus tai lämmöneristeissä esiintyvät mikrobikasvuston. Raskas purkava korjaus voi tulla kyseeseen myös, kun korjaukselta vaaditaan pisintä mahdollista käyttöikää, tai jos sitä kevyemmät vanhan rakenteen verhoavat korjaukset ovat esimerkiksi lisäeristyksen aiheuttaman rakennepaksuuden liiallisen kasvamisen vuoksi pois suljettu vaihtoehto. (JUKO Ohjeistokansio.)

Purkavan korjauksen etuna on se, että vanha vaurioitunut rakenne saadaan kauttaaltaan pois ja vaurioiden aiheuttamat haitat saadaan suuremmalla varmuudella poistettua pysyvästi. Myös esteettiseltä kannalta purkava korjaus tuottaa parhaan lopputuloksen, kun rakenteen uusi ulkopinta saadaan tehtyä vanhan ulkopinnan tasolle ja seinärakennetta paksuntavissa verhoukorkorjauksissa esiintyvää porrastusta esimerkiksi sokkelin kohdalla ei tule ja myös räystäät sekä ikkuna-aukot pysyvät entisellään.

Lämmöneristekerroksen paksuus määritetään siis purkavien korjauksien yhteydessä aina tapauskohtaisesti, kun huomioidaan sekä ulkoseinän lopullinen paksuus, että

myös tavoiteltava energiansäästövaikutus. Vanhan lämmöneristekerroksen ja ulkokuoren tilalle voidaan asentaa nykyaikaista eristettä riittävässä määrin täyttämään parhaimmillaan jopa uudisrakentamiselle asetetut ulkoseinien lämmöneristysmääräykset ($U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$). Ulkoseinien vaikutus koko rakennuksen energiankulutukseen on noin 10-15%, eli uusista lämmöneristeistä aiheutuvalla energiasäästöllä voi korjatun rakenteen elinkaaren aikana tehdä merkittäviäkin säästöjä rakennuksen lämmityskustannuksissa, vaikka korjaushinta olisikin muita korjaustapoja kalliimpi. Purkavan korjauksen yhteydessä ajankohtaiseksi tulee usein myös mm. ikkunoiden uusiminen, mikäli sitä ei ole jo ennen julkisivukorjausta tehty. (JUKO Ohjeistokansio.)

Julkisivun pintatyyppeinä purkavalle korjaukselle ovat vaihtoehtoina samat kuin aiemmin käsitellyissä verhouskorjauksissa:

- eristerappaus joko kolmikerros- tai ohutrappauksena
- levyverhousjärjestelmät
- tiilimuuraus
- kuorielementit.

Purkavissa korjauksissa toimitaan vanhojen rakenteiden purkamisen jälkeen kuten verhouskorjauksissakin, mutta huomiota tulee kiinnittää mm. kiinnikkeiden kanssa, sillä liian syviä reikiä kiinnikkeille porattaessa reikä saattaakin ulottua elementin sisäkuoren läpi huonetilaan asti ja rikkoa esimerkiksi sähköjohtoja tai huoneistossa olevia tavaroita. Ulkokuoren purkamisen yhteydessä on myös varmistettava, ettei vettä pääse kulkeutumaan sokkelirakenteisiin, vaan vedet johdetaan rakenteesta pois uuden verhousrakenteen ja sokkeliliittymän kohdalla esimerkiksi bitumikermikaistan tai pellityksen avulla. Myös uuden verhousrakenteen kosteusteknisen toiminnan kannalta tulee olla erityisen tarkka rakenteen tiiviyydestä, sillä verhousrakenteen taakse jää vain yksi lämmöneristekerros ja kastuessaan sen takana on ainoastaan vanhan elementin betoninen sisäkuori siinä, missä vanhan rakenteen päälle verhoamalla uuden lämmöneristekerroksen takana on vanhassa ulkokuoressa vielä yksi tiivis rakenekerros eikä sisäkuori pääse kastumaan. (JUKO Ohjeistokansio.)

7.3.2 Rapatun julkisivun purkava korjaus

Rapatun julkisivun purkavalla korjauksella tarkoitetaan toimenpidettä, jossa vanhat rapautuneet rappauspinnat puretaan kokonaan aina rappausalustaan saakka joko piikkaamalla tai suihkutuseräilyä käyttäen, ja ennen uusintapinnoitusta myös

alustarakenteen mahdolliset vauriot korjataan. Yleensä purkavan korjauksen syynä ovat rappauspinnan laajat rapautumis- ja kiinnitysvauriot, joiden vuoksi paikallinen korjaaminen ei ole enää kannattavaa. (By46 2005, 92.)

Purkavan korjauksen yhteydessä uusitaan usein myös rakenteisiin liittyvät pellitykset sekä vedenpoistojärjestelmät, sillä vanhat osat joudutaan yleensä purkutyön yhteydessä poistamaan. Korjaustöiden yhteydessä myös erilaisten liittymien kosteusteknistä toimintaa voidaan parantaa ja pahasti kastuneilla alueilla rappausalustan kuivaaminenkin voi tulla kyseeseen. (JUKO Ohjeistokansio.)

Ennen korjauksiin ryhtymistä tulee selvittää pinnoitteiden mahdollisesti sisältämät asbestipitoisuudet. Mikäli asbestia pinnoitteista löytyy, tulee vanhojen rappauksen purkutyöt suorittaa luvanvaraisena asbestityönä, eli julkisivu tulee vähintään huputtaa ja aukot tiivistää, etteivät asbestikuidut pääse leviämään rakennuksen sisätiloihin. (JUKO Ohjeistokansio.)

Rappauksen purkavassa korjauksessa vanhat rappausmateriaalit poistetaan kauttaaltaan ja alusta puhdistetaan ennen uusintarappautusta, eli uuden rappauksen laastiyhdistelmiä valitessa huomiota tulee kiinnittää lähinnä kohteen rasitusolosuhteisiin ja rappauksen alustarakenteeseen, ja valita niiden kanssa mahdollisimman hyvin yhteensopivat tuoteyhdistelmät rappaustyötä varten. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että rappauksen pinnoitteiden tulee olla hyvin vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja, jotta rakenteeseen kulkeutunut vesi pääsee kuivumaan. (JUKO Ohjeistokansio.)

Oikein tehtynä purkava korjaus antaa rapatulle julkisivulle eri korjaustavoista pisimmän elinkaaren ja poistaa vauriot suurimmalla varmuudella, mutta on samalla myös korjausvaihtoehtoista selkeästi kallein.

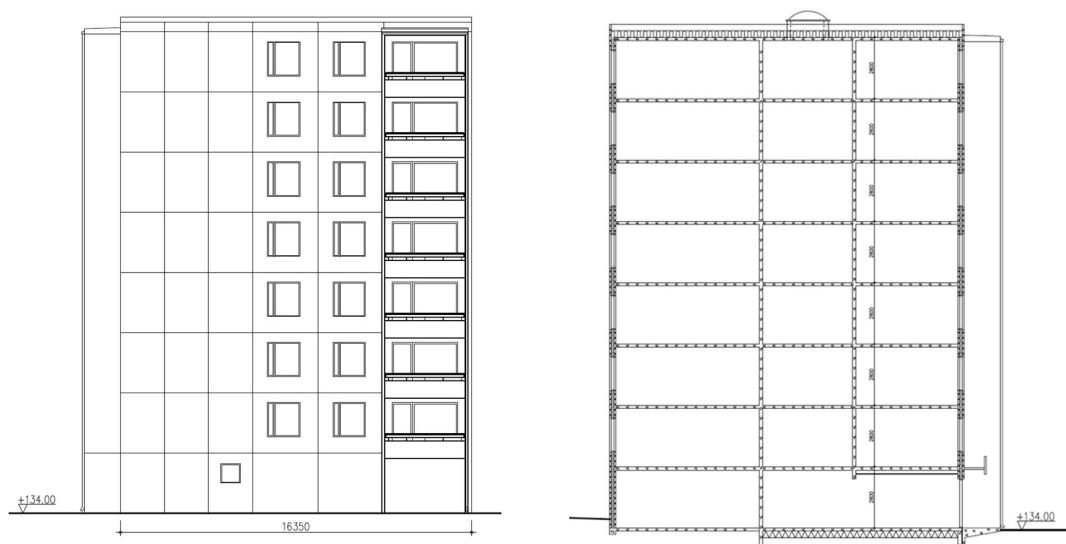
8 Esimerkkikohde toteutetusta julkisivukorjauksesta

8.1 Kohteen esittely



Kuvio 29. Esimerkkikohteena oleva kerrostalo alkutilanteessa ennen korjauksia

Esimerkkikohteeksi asuinkerrostalon julkisivukorjaushankkeelle valikoitui Jyväskylässä sijaitseva tavanomainen 1970-luvun puolivälissä valmistunut 1+7-kerroksinen elementtitalo, joka vastasi rakenteiltaan suurta osaa kyseisen aikakauden asuinkerrostaloista. Rakennuksen julkisivut olivat asuinkerrosten osalta pesubetonipintaisia ja kellarikerroksessa maalipintaisia betonisandwich-elementtejä. Rakennuksessa oli myös 35 kappaletta pieliseinien varaan kannatettuja elementtiparvekkeita, joissa oli pesubetonipintaiset elementtikaiteet.



Kuvio 30. Kohteen päätyjulkisivu- ja leikkauspiirustukset (mk. noin 1:250)

Rakennuksen huoltohistoriassa oli aikaisemmin tehty mm. elementtisaumojen uusiminen, sokkeliseinien maalaus, ikkunoiden uusiminen sekä parvekkeiden huoltokorjauksia. Pesubetonijulkisivussa ja parvekkeissa alkoi kuitenkin ilmetä näkyviä vaurioita, ja laajempaan korjaushankkeeseen valmistautuessa taloyhtiö tilasi Kiratek Oy:n (nykyisin osa Inspecta Oy:tä) suorittamaan rakennukselle julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimuksen korjaussuunnittelua varten. Projektissa rakennuttajakonsulttina, suunnittelijana ja valvojana toimi Insinööritoimisto Tanko Oy (nykyisin osa Sitowise Oy:tä).

8.2 Kuntotutkimuksen havainnot

Kiratek Oy:n tekemässä kuntotutkimuksessa tutkimustoimenpiteinä oli sekä silmämääräisiä havaintoja rakenteiden kunnosta, että myös laboratoriotutkimuksia. Jo silmämääräisellä tarkastelulla havaittiin julkisivuelementtien kaareutumista, elementtisaumojen hammastusta sekä betonin halkeilua. Myös parvekkeissa havaittiin pahoja rapautumisvaurioita, teräskorroosion aiheuttamia halkeamia sekä maalipinnoitteiden hilseilyä.

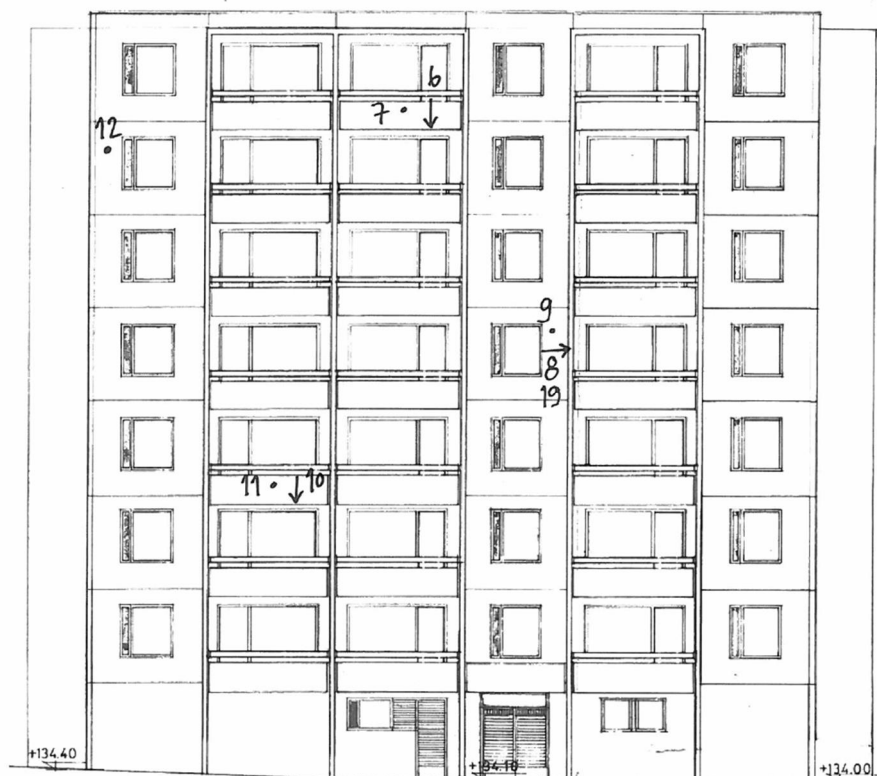


Kuvio 31. Pesubetonipinnassa esiintyi näkyvää rapautumista ja halkeamia

Silmämääräisten havaintojen lisäksi rakenteiden kuntoa tarkasteltiin tekemällä seuraavat mittaukset ja tutkimukset laboratoriossa:

- betonin karbonatisoituminen (17 näytettä)
- mikroskooppitutkimukset (17 näytettä)
- betonin kloridipitoisuus (4 näytettä).

Näillä laboratoriotutkimuksilla selvitettiin mm. betonin pakkasenkestävyyttä, rapautumisastetta sekä -syytä, ilmahuokosten täytteisyyttä (ettringiitti) ja betonin karbonatisoitumisvyvyttä ottamalla rakenteesta näytekappaleita analyysia varten.



Kuvio 32. Kuntotutkimuksen näytteenottokartta rakennuksen lounaispuolelta

Rakenteista otetuista näytteistä havaittiin, että betonin karbonatisoitumissyvyys oli pesubetonielementeissä keskiarvoltaan 20mm ja sokkeliseinissä 5mm, mutta parvekkeiden pieliseinissä karbonatisoitumista esiintyi keskimäärin 25mm syvyydellä. Tutkimuksessa todettiin, että raudoitteiden suojabetonipeitepaksuudet olivat rakennusalkaiset määräykset täyttävät (väh. 25mm) julkisivuelementeissä sekä sokkeliseinissä, ja raudoituksissa ei havaittu korroosiota. Parvekepieliseinissä suojapeite oli kuitenkin jäänyt keskimäärin 22mm suuruiseksi ja pieliseinissä raudoitteista olikin korroosiotilassa jopa 60% teräksistä.

Betoninäytteiden kuntoa arvioitiin myös ohuthietutkimusten avulla. Näytteitä otettiin useista elementeistä eri puolilta rakennusta mahdollisimman luotettavan tutkimustuloksen saamiseksi. Tutkimuksissa havaittiin, että pakkasrapautumiselta suojaavia ilmahuokosia betonissa oli vain vähän, kuten on tyypillistä monille 1970-luvun betonielementeille, ja huokosjaon sekä mikrorakenteen perusteella pääteltiin, ettei betoni ole pakkasenkestävää kosteissa olosuhteissa. Merkittävää rapautumista havaittiin kuitenkin ainoastaan paikallisesti (mm. länsisivun elementeissä) ja muutamissa elementeissä havaittiin pientä mikrorakoilua, mutta pesubetonielementtien arvioitiin

tutkimusten perusteella olevan pääosin tyydyttävässä kunnossa. Rapautuneelta sivulta otetuissa näytteissä havaittiin ilmahuokosiin kiteytynyttä ettringiittiä, mutta muilta osin otetuissa näytteissä huokokset olivat suurimmalta osin täytteettömiä. Parvekekaiteiden ja pielseinien todettiin ohuthietutkimusten perusteella olevan kunnollaan heikkoja.

Betonin kloridipitoisuus tutkittiin olevan kaikissa otetuissa näytteissä 0,01 p-% tai vähemmän, eli kriittistä raja-arvoa (0,03 - 0,07 p-%) ei ylitetty ja kloridista ei rakenteille todettu olevan vaaraa. Kuntotutkimuksen yhteydessä julkisivuille sekä parvekerakenteille tehtiin myös läpäisyelektronimikroskoopilla asbestianalyysi, jossa varmistettiin, etteivät rakenteet sisällä asbestituotteita.

8.3 Hankkeen eteneminen ja korjaustapavaihtoehdot

Vaikka suurin osa julkisivuelementeistä oli kuntotutkimuksen perusteella todettu pääosin hyväkuntoisiksi, määrittelevät korjaushankkeissa korjausten ajankohdan sekä tavan yleensä pahimpia vaurioita kärsineet rakenteet, eli koska muutamissa elementeissä oli jo laajoja rapautumisvaurioita, ei korjausten lykkääminen ollut enää mielekäästä. Koska myös parvekerakenteiden kunto todettiin laajojen rapautumisvaurioiden ja pitkälle edenneen korroosion takia heikoiksi, oli korjaustoimenpiteisiin valmistauduttava julkisivujen lisäksi samanaikaisesti myös parvekkeiden osalta.

Pesubetonipintaisissa rakenteissa paikalliset korjaukset eivät ole järkeviä, sillä kustannukset nousevat helposti kannattamattoman suuriksi ja paikkauksilla ei oleellisesti pidennetä rakenteen käyttöikää. Paikkauskorjausta pesubetonille on myös hankala toteuttaa niin, että valmiista paikkauksesta ei erottuisi näkyviä jälkiä, koska vanhan rakenteen kanssa samanlaista pesubetonipintaa on lähes mahdotonta luoda uudestaan. Korjausvaihtoehdoiksi julkisivuille jäivät siis vanhan rakenteen peittävä verhoukorkorjaus lisälämmöneristysineen tai vanhojen elementtien ulkokuorten purku ja korvaaminen kokonaan uudella rakenteella.

8.3.1 Korjausvaihtoehto 1, verhoava korjaus levypinnoitteella

Korjausvaihtoehto 1 kattoi vaurioituneiden pesubetonielementtien verhoavan korjauksen tuulettuvaa levyratkaisua käyttäen, sisältäen uuden levypinnoitteen alle jäävän lisälämmöneristysten ja vanhan betoniulkokuoren varmistuskiinnityksen sisäkuoreen. Levyverhouksessa vanhaan betoniulkokuoreen kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä rankarakenne, johon uudet verhouslevyt asennetaan. Levyyvaihtoehtoja uudeksi pintarakenteeksi on saatavilla useita, joskin kaavamääräykset saattavat rajoittaa levytyypin valintaa.

Hyödyt:

- rakennuksen julkisivun elinkaarta saadaan jatkettua, arviolta n. 30 vuotta
- vanhan rakenteen vaurioituminen saadaan pysäytettyä
- rakenteen energiatehokkuus paranee lisälämmöneristysten vuoksi
- julkisivun ulkonäkö paranee.

Haitat:

- vanha vaurioitunut betonikuori ja lämmöneristeet jäävät yhä uuden pintarakenteen alle
- ulkoseinärakenteen paksuus kasvaa.

	Yksikköhinta	Määrä	Hinta-arvio (sis. alv)
Julkisivun lisälämmöneristys + levyverhouskorjaus	220 € / m ²	1025 m ²	n. 225 000 €

Taulukko 1. Levyverhouskorjauksen arvioidut kustannukset

Huom. korjauskustannusten hinta perustuu arvioihin ja ei vastaa suoraan toteutuvia kustannuksia, jotka selviävät tarkemmin vasta urakoitsijoita kilpailuttaessa. Hinta ei myöskään sisällä liittyvien rakenneosien korjauskustannuksia eikä mm. suunnittelua, projektinjohtoa ja valvontaa.

8.3.2 Korjausvaihtoehto 2, verhoava korjaus eristerappausjärjestelmällä

Korjausvaihtoehto 2 oli vaurioituneiden pesubetonielementtien verhouskorjaus tuulettumatonta eristerappausjärjestelmää käyttäen, sisältäen uuden pintarakenteen alle jäävän lisälämmöneristysten.

Hyödyt:

- rakennuksen julkisivun elinkaarta saadaan jatkettua, arviolta n. 25-30 vuotta
- vanhan rakenteen vaurioituminen saadaan pysäytettyä
- rakenteen energiatehokkuus paranee lisälämmöneristysten vuoksi
- julkisivun ulkonäkö paranee, eristerappauksella saadaan saumaton julkisivupinta.

Haitat:

- vanha vaurioitunut betonikuori ja lämmöneristeet jäävät yhä uuden pintarakenteen alle
- rapattu julkisivu ei kestä hyvin mekaanisia rasituksia ja iskuja
- ulkoseinärakenteen paksuus kasvaa
- eroaa ulkonäkönsä puolesta vanhasta rakenteesta huomattavasti, rakennusluvan saaminen voi olla epävarmaa.

	Yksikköhinta	Määrä	Hinta, arvioitu (alv24%)
Julkisivun eristerappaus	180 € / m ²	1025 m ²	n. 185 000 €

Taulukko 2. Eristerappauskorjauksen arvioidut kustannukset

Huom. korjauskustannusten hinta perustuu arvioihin ja ei vastaa suoraan toteutuvia kustannuksia, jotka selviävät tarkemmin vasta urakoitsijoita kilpailuttaessa. Hinta ei myöskään sisällä liittyvien rakenneosien korjauskustannuksia eikä mm. suunnittelua, projektinjohtoa ja valvontaa.

8.3.3 Korjausvaihtoehto 3, purkava korjaus

Korjausvaihtoehto 3 oli vanhan pesubetoniulkokuoren sekä lämmöneristekerroksen poistaminen kauttaaltaan, ja korvaaminen uusilla nykyaikaisilla lämmöneristeillä ja halutulla pintarakenteella. Pintavaihtoehtoja uudelle rakenteelle olivat esimerkiksi eristerappaus tai levyverhous.

Hyödyt:

- kokonaan uutta vastaava rakenne, korjauksella pisin mahdollinen elinkaari
- energiatehokkuudeltaan jopa uudisrakennuksen ulkoseinärakennetta vastaava
- vaurioituneet rakenteet saadaan kokonaan poistettua, ja vaurioituminen pysähtyy suurimmalla varmuudella
- ylläpidoltaan helpoin vaihtoehto
- ulkoseinärakenteen paksuus ei kasva, vaan uusi pintarakenne saadaan tehtyä vanhan ulkopinnan tasolle.

Haitat:

- pidempi urakka-aika kuin kevyemmillä korjauksilla, haitta asukkaille suurin
- investointikustannuksiltaan selvästi kalliimpi
- soveltuvan urakoitsijan löytäminen ei välttämättä niin helppoa kuin yleisemmillä korjaustavoilla.

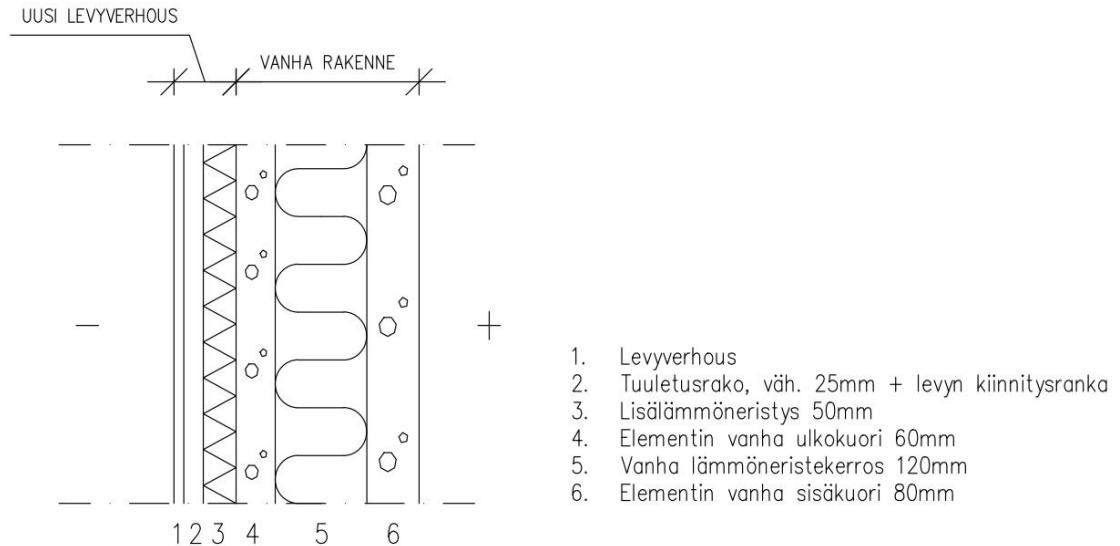
	Yksikköhinta	Määrä	Hinta-arvio (sis. alv)
Vanhan rakenteen purku	60 € / m ²	1025 m ²	62 000 €
Uusi lämmöneristekerros ja verhoava rakenne	250 € / m ²	1025 m ²	256 000 €
Yhteensä			n. 318 000€

Taulukko 3. Purkavan korjauksen arvioidut kustannukset

Huom. korjauskustannusten hinta perustuu arvioihin ja ei vastaa suoraan toteutuvia kustannuksia, jotka selviävät tarkemmin vasta urakoitsijoita kilpailuttaessa. Hinta ei myöskään sisällä liittyvien rakenneosien korjauskustannuksia eikä mm. suunnittelua, projektinjohtoa ja valvontaa.

8.4 Valittu korjaustapa ja lopputulos

Raskas purkava korjaus olisi tullut korkeiden investointikustannustensa vuoksi selvästi kalleimmaksi vaihtoehdoksi, ja koska vanhat pesubetonipintaiset seinäelementit oli kuntotutkimuksessa todettu pääosin hyväkuntoisiksi, ei purkavaa korjausta pidetty mielekkäänä vaihtoehtona edes käsitellä tarkemmin ja korjaustavan valinnassa päädyttiin levyratkaisuun. Erilaisia levyverhouspintoja käsiteltiin yhtiökokouksessa ja mieluisammaksi vaihtoehdoksi todettiin alumiinilankkuverhous, jonka puolesta puhui ulkonäkönsä lisäksi myös rakenteen keveys (22 kg / m²) sekä tuotantokoko, jolla mm. ikkunoiden alustat saataisiin tehtyä ilman pystysaumoja. Alumiinilankkuratkaisun kustannuksia ja lupa-asioita päätettiin selvittää tarkemmin.



Kuvio 33. Rakennetyyppi levyverhouskorjauksessa (mk. noin 1:10)

Ongelmaksi muodostui kuitenkin rakennusluvan saamisessa Jyväskylän kaupunkikuvalautakunta, joka ei hyväksynyt valittua harmaata alumiinilankkuratkaisua, eli käytettävää levytyyppiä oli mietittävä uudelleen. Seuraava ehdotus oli punainen tiililaatatapintainen levyrakenne, mutta sekään ei vielä lupaa saanut. Vasta kolmannella yrittämällä lupa myönnettiin, ja lopulliseksi levyvaihtoehdoksi valikoitui väriltään rusehtava kivirouhepintainen Cembrit Rock -levy, jossa levyverhouksen valmis pinta muistuttaa jokseenkin rakennuksen julkisivussa jo ennestään ollutta pesubetonipintaa.

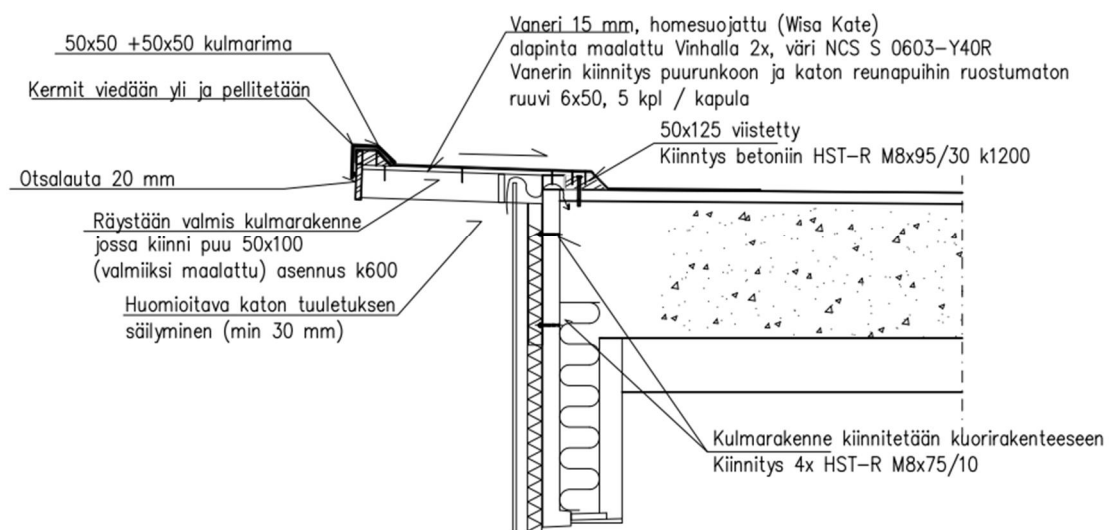


Kuvio 34. Mallipala kohteeseen lopulta valitusta Cembrit Rock -levytyypistä, taustalla rakenteen vanha pesubetonipinta



Kuvio 35. Julkisivupiirustus korjausten rakennuslupahakemusta varten (mk. noin 1:250)

Liittyvinä korjauksina julkisivu-urakassa tarpeelliseksi tuli räystäään kasvattaminen 500mm leveämmäksi (ks. kuva 36) ja myös pellityksiä oli uusittava. Julkisivu-urakan lisäksi samanaikaisesti päädyttiin tekemään erillisessä urakassa myös parvekkeiden korjaus, jossa pieliseinille sekä parvekelaatoille suunniteltiin perusteelliset pinnoitus- ja paikkauskorjaukset. Myös vanhat pesubetonipintaiset parvekekaiteet päätettiin poistaa kokonaan ja korvata ne uusilla alumiinirunkoisilla kaiderakenteilla.



Kuvio 36. Suunnitelmapiirustus levennetystä räystäärakenteesta

Rakennusluvan myöntämisen jälkeen hanke pääsi etenemään, ja urakoitsijan valinta tehtiin tarjouskilpailulla. Kokonaisuudessaan julkisivu-urakka sisälsi seuraavat työvaiheet:

- julkisivujen vanhojen elementtien varmistuspulttaus, lisäeristys ja verhoilutyö Cem-brit Rock Clay -levyillä tarvikkeineen ja asennuksineen, sisältäen liittymäpellit ja verhoilun ulottamisen pohjakerroksen ikkunoiden yläreunan tasoon
- parveketornien kattojen rakentaminen
- parvekekattojen vedenpoiston rakentaminen, räystäskourut ja syöksyt maanpinnan tasolle
- pääkaton räystäiden levitys 500mm uudesta pinnasta lukien
- pääoven katoksen rakentaminen vedenpoistoineen.

Urakoitsijan valinnan jälkeen julkisivutyöt pääsivät alkamaan. Yhteensä kohteen korjaustöissä kului aikaa noin seitsemän kuukautta, josta suurin osa ensimmäisenä erillisenä urakkana teytyihin parvekkeiden purku- ja korjaustöihin. Varsinaisen julkisivukorjauksen osuus työmaa-ajasta oli noin kolme kuukautta.



Kuvio 37. Seinän villoitustyö käynnissä ennen levyverhousta. Parvekkeiden korjaus on tässä vaiheessa jo tehty.



Kuvio 38. Kuva kohteen vastaanottotarkastuksesta korjausten valmistuttua.

9 Pohdinta

Opinnäytetyön tekeminen antoi hyvän mahdollisuuden tutustua kattavasti asuinkerrostalarakennusten julkisivujen toimintaan, korjauksiin ja korjaushankkeen eri vaiheisiin. Aiheeseen perehtyminen oli tärkeää, sillä vanhojen kerrostalojen julkisivukorjaukset tulevat jatkossakin työllistämään rakennusalan ammattilaisia ja vanhenevan rakennuskannan sekä muuttuvan ilmaston myötä korjausten määrä Suomessa tulee arvioiden mukaan tulevaisuudessa jopa kasvamaan.

Lopputuloksena työstä saatiin aikaan tietopaketti, jota voi käyttää aihetta käsittelevissä työtehtävissä työskentelevien alan ammattilaisten lisäksi myös esimerkiksi korjaushankkeeseen valmistautuvan taloyhtiön jäsenet. Tietoa aiheesta löytyi todella paljon, mutta yksi työn haasteista oli analysoida kaikesta kerätystä tiedosta mahdollisimman hyvin paikkaansa pitävä ja ennen kaikkea ajan tasalla oleva tieto opinnäytetyötä varten.

Koska energiatehokkuusajattelu ja pitkän elinkaaren tavoittelu on nykyään monissa korjauskohteissa yksi määräävistä kriteereinä, jäi työn jatkokehitystarpeeksi vielä tarkempi perehtyminen elinkaarimalliin julkisivukorjaushankkeen suunnittelussa. Elin-

kaarimallin hyödyntäminen mahdollistaisi laskelmien kautta eri korjaustapojen entistä perusteellisemmän vertailun, kun korjauskustannuksien lisäksi huomioidaan käyttö- ja ylläpitokustannukset sekä myös mahdolliset säästöt parantuneesta energiataloudesta koko korjatun rakenteen elinkaaren ajalta. Elinkaarilaskentaa varten olisi mahdollista tehdä esimerkiksi Excel-laskentatyökalu, jonka lähtöarvomuuttujia kohteen mukaan vaihtelemalla olisi helppo ja nopea soveltaa laskelmia eri kohteiden ja korjaustapojen välillä.

Lähteet

A 4/13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Viitattu: 25.4.2018.
https://www.finlex.fi/data/normit/40799/EU_27_2_2013YM_asetus_lopullinen_FI_N.pdf

A 214/2015 Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määrittämisestä. Viitattu: 25.4.2018.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2015/20150214>

A 798/2015 Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta. Viitattu 25.4.2018
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150798>

A 782/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. 2017. Viitattu: 25.4.2018. http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma/terveellisyys

Betoniteollisuus ry. N.d. Betonipinnat ja pintakäsittelyt. Viitattu: 25.4.2018.
<https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/betonipinnat/>

Betoniteollisuus ry. N.d. Elementtirakentamisen historia. Viitattu: 25.4.2018.
<http://www.elementtisunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>

By41 Betonirakenteiden korjausohjeet. 2016. Suomen Betoniyhdistys. Helsinki: BY - Koulutus

By42 Betonijulkisivun kuntotutkimus. 2013. Suomen Betoniyhdistys. Helsinki: BY - Koulutus

By44 Rapatun julkisivun kuntotutkimus. 1998. Suomen Betoniyhdistys. Helsinki: Suomen rakennusmedia

By46 Rappauskirja. 2005. Suomen Betoniyhdistys. Helsinki: Suomen Rakennusmedia

By57 Eriste- ja levyrappaus. 2011. Suomen Betoniyhdistys. Helsinki: BY-Koulutus

Haukijärvi, M., Hekkanen, M., Lahdensivu, J. 2006. JUKO-Ohjeistokansio julkisivukorjausten läpivientiä varten. Tampere: Julkisivuyhdistys ry. Viitattu: 25.4.2018: <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/juko/kansio.html>

Julkisivu- ja peruskorjausopas. 2005. Painotalo Gillot Oy. Helsinki: Suomen Yrittäjien Kustannuspalvelu

KorjausRYL Julkisivut. 2017. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki: Rakennustieto

L 132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu: 25.4.2018.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

L 498/2010. Laki rakennusperinnön suojelemisesta. Viitattu: 25.4.2018.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100498>

L 684/2015. Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista. Viitattu 25.4.2018 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150684>

Lahdensivu, J., Varjonen, S. & Köliö, A. 2010. Betonijulkisivujen korjausstrategiat. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Viitattu: 25.4.2018

https://tutcris.tut.fi/portal/files/1062380/lahdensivu_varjonen_kolio_betonijulkisivujen_korjausstrategiat.pdf

Lahdensivu, J. 2010a. Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 25.4.2018

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/37980/SY_17_2010.pdf

Lahdensivu, J. 2010b. Betonijulkisivujen vaurioituminen. BeKo-tutkimus - artikkelisarja 2. Kiinteistöposti 04/2010. Viitattu: 25.4.2018

<http://www.julkisivuyhdistys.fi/wp/wp-content/uploads/2010/04/Beko2.pdf>

Lahdensivu, J. 2010c. Suomalaisen betonikerrostalokannan korjaustarpeet. BeKo-tutkimus - artikkelisarja 7. Kiinteistöposti 10/2010. Viitattu: 25.4.2018

<http://www.julkisivuyhdistys.fi/wp/wp-content/uploads/2010/12/Beko7.pdf>

Neuvonen, P. 2006. Kerrostalot 1880-2000. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki: Rakennustieto

Neuvonen, P. 2015. Kerrostalot 1975-2000. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki: Rakennustieto

Pakkala, T., Lahdensivu, J., Köliö, A. & Annala, P. 2017. Julkisivujen ja parvekkeiden talvikorjaus. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos

RT 82-10604. 1996. Betonijulkisivut - korjausrakentaminen. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu: 25.4.2018

<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/fi/index.html.stx>

RT 82-10980. 2009. Kiviaineisten elementtijulkisivujen saumat. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu: 25.4.2018.

<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/fi/index.html.stx>

Sitowise Oy. N.d. Tietoa yrityksestä. Viitattu: 25.4.2018

<https://www.sitowise.com/fi/sitowise/yritys>

Suikka, A. 2002. Betonijulkisivujen tekninen kehitys 1991-2001. Rakentajain kalenteri 2002. Viitattu: 25.4.2018

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020404.pdf>

Suomen rakentamismääräyskokoelma n.d. Viitattu: 24.4.2018

<http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

Vinha, J. ym. 2013. FRAME - Future Envelope Assemblies and HVAC Solutions. Tampere: Tampereen Teknillinen Yliopisto. Viitattu 25.4.2018.

<http://www.tut.fi/fi/tutkimus/tutkimusalat/rakennustekniikka/rakennetekniikka/rakennusfysiikka/frame/index.htm>